

POLITECNICO DI MILANO



Laboratori del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

Il Dipartimento ospita laboratori per l'informatica, l'automatica, le telecomunicazioni, l'elettronica, l'ingegneria elettrica, la bioingegneria e per una serie di studi avanzati di carattere interdisciplinare.

Tecnici professionisti si occupano della manutenzione e dell'aggiornamento delle infrastrutture di laboratorio e svolgono attività di assistenza alla ricerca per i membri del DEIB e per gli studenti che frequentano i laboratori.

Indice

Laboratorio di misure ottiche ed elettroniche.....	3
Laboratorio di informatica territoriale e ambientale (LITA)	6
Laboratorio di Meccatronica e Robotica (MERLIN).....	7
Laboratorio di Automazione e controllo per i veicoli e la Mobilità - MOVE.....	9
Laboratorio di Sistemi Distribuiti d'Automazione - DAISY	11
Laboratorio di Biomeccanica Computazionale (CB Lab).....	12
Laboratory of Experimental Micro and Biofluid dynamics (μBS Lab).....	13
Laboratorio Biosignals, Bioimaging, Bioinformatics (B3Lab)	14
Laboratorio di Analisi della Postura e del Movimento "Luigi Divieti"	15
Laboratorio di Tecnologie Biomediche (TBMLab).....	17
Laboratorio di neuroingegneria e robotica medica	19
Laboratorio di Informatica BioMedica e Sanità Digitale (e-Health Lab).....	21
Laboratorio di compatibilità elettromagnetica.....	22
Laboratorio di alte tensioni	24
Laboratorio di misure elettriche di precisione.....	26
Laboratorio di azionamenti elettrici, elettronica di potenza ed accumuli di energia	28
Laboratorio di Dispositivi elettronici.....	30

POLITECNICO DI MILANO

Laboratorio di Rivelatori di radiazione ed elettronica a basso rumore.....	33
Laboratorio di Progettazione analogica integrata	35
Laboratorio di Rivelatori di singoli fotoni e applicazioni	37
Laboratorio di MEMS e microsensori	39
Laboratorio di Sistemi elettronici digitali	41
Laboratorio NECST – Novel, Emerging Computing System Technologies	43
Laboratorio HOC	46
Laboratorio di Bioinformatics and Web Engineering	48
Laboratorio di intelligenza artificiale e robotica - AIRLab	50
Laboratorio DEEPSE – Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering.....	52
Laboratorio ARCSLAB (Adaptable, Relational and Cognitive Software Environments).....	53
Laboratorio Linux	54
Laboratorio per le Tecnologie Assistive ATGLab (Assistive Technology Laboratory) – COMO	55
Laboratorio WEMSY	57
Laboratorio di Sound and Music Computing	58
Laboratorio wireless systems (WISYLAB)	60
Laboratorio di Image and Sound Processing (ISPLab)	61
Laboratorio di compatibilità elettromagnetica "C.E.S.A.R.E."	62
Laboratorio di ricerca sperimentale di reti radio e sistemi embedded interconnessi (ANTLab).....	63
Laboratorio BONSAI (Broadband Optical Networks, Security, and Advanced Internet).....	64
Laboratorio di Geofisica e Telerilevamento SAR (GEOSAR).....	66
Laboratorio PoliCom – Optical Communications Lab.....	67
Stazione Sperimentale di Spino d'Adda.....	68
Laboratorio di Acustica Musicale	69

RESPONSABILE

Prof. Cesare Svelto

COMPONENTI

Cesare Svelto, Michele Norgia, Alessandro Pesatori

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il Laboratorio di Misure del DEIB si conducono ricerche a carattere scientifico e tecnologico nell'ambito della strumentazione elettronica ed optoelettronica di misura. I ricercatori che operano nel Laboratorio studiano e sviluppano nuovi metodi e strumenti per la caratterizzazione elettromagnetica, dalle frequenze elettriche sino alle frequenze ottiche. Le principali attività di ricerca riguardano:

- caratterizzazione di oscillatori ottici ed elettronici con misure nel dominio del tempo e della frequenza;
- implementazione hardware/software di sistemi di controllo;
- laser stabilizzati e campioni di frequenza;
- interferometria ottica e misura di vibrazioni;
- prototipi di sensori ottici per applicazioni industriali;
- misure ottiche e sensori elettro-ottici;
- stabilizzazione attiva di oscillatori laser;
- tarature di misuratori di potenza ottica;
- scansione laser di superfici e ricostruzione di immagini 3D;
- elaborazione di immagini biomedicali;
- misure di velocità nei fluidi;
- caratterizzazione elettromagnetica di sistemi e dispositivi.

ATTREZZATURE

1. Misura di sistemi elettronici (LF, RF, μ -onde)

Il laboratorio dispone di attrezzatura per la misura e la generazione di segnali a bassa frequenza, radiofrequenza e microonde. In particolare:

- Contatore Elettronico:
Stanford-Research-System mod. SR620 (intervalli di tempo da 25 ps- 1000 s)
- Analizzatori di spettro:
Stanford-Research-System mod. SR785 a FFT (DC-100 kHz)
Hewlett-Packard mod. HP709 (100Hz-2.9GHz)
- Generatori di segnali "sintetizzati":

Stanford-Research-System mod. DS345 (30 MHz)

Hewlett-Packard mod. 33120A (15 MHz, agganciabile in fase)

Hewlett-Packard mod. 33250A (80 MHz)

- Oscilloscopi digitali:

Agilent mod. Infinium, (2 CH, 500 MHz)

Tektronix mod. TDS210 (2 CH, 60 MHz)

Tektronix mod. TDS224 (4 CH, 100 MHz)

Tektronix mod. TDS2004, (4 CH, 200 MHz)

- Amplificatori lock-in:

EG&G mod. 7265

Stanford-Research-System mod. SR530

- Multimetri digitali:

Hewlett-Packard mod. HP34401A (6½ cifre decimali, 22 bit)

Keithley mod. 2700 (6½ cifre decimali, 22 bit)

2. Misura di sistemi ottici (dispositivi con laser e componenti ottici passivi)

Il laboratorio dispone di attrezzatura per la misura e la generazione di segnali ottici coerenti (radiazione laser nelle regioni spettrali del visibile e del vicino infrarosso). In particolare:

- Sorgenti laser:

MENLOSystems M-fiber Femtosecond laser C (>75mW average output power, $\lambda=1560\text{nm}$, pulse width <150fs)

Lightwave NPRO mod. 122 (100mW single-frequency $\lambda=1064\text{nm}$)

TOPTICA mod. DL100 (15mW single-frequency widely-tunable $\lambda=1515\text{nm}-1563\text{nm}$)

InnoLight NPRO mod. Mephisto (1.5W single-frequency $\lambda=1064\text{nm}$)

custom diode-pumped solid-state lasers (Yb-Er:glass $\lambda=1530\text{nm}-1548\text{nm}$; Yb:YAG $\lambda=1010\text{nm}-1070\text{nm}$; Tm-Ho:YAG $\lambda=2087\text{nm}-2199\text{nm}$)

- Power Meter Ottici:

Coherent mod. Fieldmaster (con rivelatori a semiconduttore e termici per misure di bassa e media potenza)

Laserpoint mod. DUO (con rilevatore termico per misure di media potenza <10W)

ANDO mod. AQ-2105B (con rivelatore a semiconduttore per misure di bassa potenza)

- Analizzatore di spettro ottico:

Advantest mod. Q8344A ($\lambda=400\text{nm}-1750\text{nm}$; $\Delta\lambda=0.1\text{nm}$)

- Monocromatore:

Jobin-Yvon mod. TRIAX550($\lambda=400\text{nm}-2500\text{nm}$; $\Delta\lambda=0.020\text{nm}$)

- Interferometro di Fabry-Perot

Burleigh mod. CF/CFT(confocale, con specchi per $\lambda=1\mu\text{m}$ o per $\lambda=1.5\mu\text{m}$ o per $\lambda=2\mu\text{m}$)

- Alimentatori per diodi laser:

ILX mod. LDC-3752. (6 A)

POLITECNICO DI MILANO

ILX mod. LDC-202. (220 mA)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Automatica (Systems and control)

Linea di ricerca: Misure ottiche e strumentazione laser

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?&id_lab=5&id_sezione=&idlang=ita

Laboratorio di informatica territoriale e ambientale (LITA)

RESPONSABILE: Prof. Andrea Castelletti

COMPONENTI

Renato Casagrandi, Andrea Castelletti, Marino Gatto, Giorgio Guariso, Rodolfo Soncini Sessa

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il LITA (Laboratorio di Informatica Territoriale e Ambientale) si svolgono le attività del gruppo di ricerca "Pianificazione e gestione dei sistemi ambientali". I ricercatori che afferiscono al laboratorio sviluppano modelli informatizzati per il supporto alle decisioni per la gestione e la pianificazione di problematiche ambientali e territoriali.

I principali temi di ricerca riguardano:

- Inquinamento atmosferico :
Modelli per lo studio e il controllo della diffusione di inquinanti gassosi in atmosfera (ozono, PM10, ...).
- Inquinamento idrico:
Modelli per lo studio e il controllo della eutrofizzazione delle acque.
- Gestione delle risorse idriche:
Modellistica e controllo di sistemi idrici complessi. Progetto di sistemi decisionali per la gestione e la pianificazione integrate e partecipate in condizioni di cambiamento climatico e socioeconomico.
- Struttura, funzionamento e gestione degli ecosistemi:
Modelli per lo studio di popolazioni vegetali e animali interagenti, per la diffusione di epidemie e per l'analisi del rischio di estinzione. Gestione sostenibile delle risorse biologiche.
- Cambiamenti climatici e produzione di energia:
Studio degli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi. Sviluppo di piani energetici basati sul recupero delle biomasse.

ATTREZZATURE

Rete locale di personal computer

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Automatica (Systems and control)

Linea di ricerca: Pianificazione e gestione dei sistemi ambientali

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=3&id_sezione=1

Laboratorio di Meccatronica e Robotica (MERLIN)

RESPONSABILE: Prof. Paolo Rocco

COMPONENTI

Luca Bascetta, Gianni Ferretti, Gianantonio Magnani, Paolo Rocco, Andrea Maria Zanchettin

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio MERLIN (MEchatronics and Robotics Laboratory for INnovation) supporta le attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria nei settori della meccatronica, della robotica industriale e del controllo del moto.

Le principali attività sperimentali condotte nel laboratorio sono le seguenti:

- Pianificazione e controllo del moto avanzati di robot industriali
- Controllo dell'interazione di robot industriali con l'ambiente mediante sensori di forza e visione
- Interazione sicura uomo-robot mediante sensori di presenza e distanza
- Sorveglianza attiva della cella robotica
- Controllo di manipolatori robotici a due bracci
- Nuovi metodi di programmazione dei robot industriali basati sull'apprendimento per dimostrazione
- Manipolazione robotica mobile
- Controllo di traiettoria di veicoli autonomi
- Controllo antiribaltamento di veicoli autonomi
- Controllo di motori per applicazioni varie (elettrodomestici, periferiche di computer)
- Simulazione e controllo di sistemi robotici avanzati (manipolatori robotici aerei)
- Simulazione avanzata di sistemi meccatronici complessi (macchine utensili, centri di lavoro)

ATTREZZATURE

- Robot industriale ABB IRB 140 con controllore aperto
- Robot industriale COMAU Smart Six con controllore aperto
- Prototipo di manipolatore robotico a due bracci ABB FRIDA con controllore aperto
- Manipolatore robotico su base mobile KUKA youBot
- Telecamere di sorveglianza
- Sensori di forza e momento
- Fresatrice per applicazioni robotiche
- Yamaha Grizzly 700 ATV strumentato per guida autonoma

POLITECNICO DI MILANO

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Automatica (Systems and control)

Linea di ricerca: Sistemi di controllo / Robotica e automazione industriale

SITO WEB

<http://merlin.elet.polimi.it>

Laboratorio di Automazione e controllo per i veicoli e la Mobilità - MOVE

RESPONSABILE: Prof. Matteo Corno

COMPONENTI

...

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

L'attività di ricerca del gruppo mOve del Dipartimento di Elettronica informazione e Bioingegneria è dedicata ai temi di progetto di sistemi di controllo, identificazione dei modelli e analisi dei dati e sviluppo di modelli orientati al controllo. L'attività di ricerca del gruppo trova il suo principale ambito applicativo nel mondo dei sistemi di controllo per veicoli e la mobilità. Il laboratorio di Automazione e controllo per i veicoli e la Mobilità ospita e supporta le attività sperimentali del gruppo. Il laboratorio è dotato di numerosi banchi prova per la prototipazione rapida dei sistemi di controllo, tra cui: banco prova per lo sviluppo di sistemi di controllo di pacchi batterie per veicoli elettrici, banco a rulli per il testing di biciclette a pedalata assistita, banco prova per corpi farfallati elettricamente attuati e sistemi frenanti elettro-idraulici. Ogni banco prova è equipaggiato con delle centraline elettroniche programmabili per l'acquisizione e il controllo in real-time. Inoltre, il laboratorio ospita numerosi veicoli, tra cui: motociclette, quadricicli elettrici, biciclette a pedalata assistita, veicoli radiocomandati per lo sviluppo di sistemi di controllo stabilità e go-kart elettrici, anch'essi dotati di sensori e centraline per l'acquisizione dei dati. Inoltre, il laboratorio ospita le piattaforme di simulazione multi-body di veicoli.

ATTREZZATURE

- Banco Caratterizzazione batterie
- Banco a rulli per biciclette elettriche
- Corpo farfallato elettricamente attuato
- Sistema frenante elettro-idraulico.
- Veicolo a quattro ruote radiocomandato (in scala)
- Modello radiocomandato in scala di imbarcazione a vela
- Motocicletta per lo sviluppo di sistemi di controllo sospensioni semi-attive
- Due centraline per la prototipazione rapida di sistemi di controllo dSPACE autobox
- Centraline Freescale e Microchip per la prototipazione rapida di sistemi di controllo
- Sistemi di logging per comunicazione con protocolli CAN

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Automatica (Systems and control)

Linea di ricerca: Sistemi di controllo / Identificazione / analisi dei dati / controllo di veicoli

SITO WEB

RESPONSABILE: Prof. Luca Ferrarini

COMPONENTI

Luca Ferrarini, Luigi Piroddi, Alberto Leva, Francesco Casella, G. Mantovani, A. Petretti, M. Parigi.

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio DAISY è dedicato ad attività di ricerca nel campo dei sistemi distribuiti di automazione, ovvero in quei problemi di controllo e automazione di processi, impianti e sistemi caratterizzati dall'interazione tra più componenti, in ambito sia industriale sia civile. Le applicazioni tipiche ricadono in due filoni principali: sistemi di produzione di beni e sistemi di produzione e gestione di energia. Il primo gruppo di applicazioni riguarda il controllo, la supervisione e il monitoraggio delle prestazioni di macchine operatrici a controllo numerico, di sistemi di produzione fortemente automatizzati, di linee di assemblaggio e packaging robotizzate, di identificazione e diagnosi dei guasti nei sistemi produttivi, di generazione automatica di codice di controllo. Il secondo gruppo di applicazioni include il controllo e l'ottimizzazione di sistemi di produzione dell'energia di medie grandi proporzioni (quali campi eolici e fotovoltaici, sistemi termo-elettrici ed idro-elettrici), monitoraggio e controllo dell'energia negli edifici ad uso residenziale, terziario e industriale dotati di vari sistemi di generazione, distribuzione, ed emissione di energia, miglioramento dell'efficienza energetica per usi finali e retrofitting per svariate tipologie di utenze, controllo e ottimizzazione nelle reti intelligenti o smart grid e sviluppo di strumenti di demand-response. Le attività tipiche sono di modellistica, controllo, automazione, identificazione, ottimizzazione, simulazione, e realizzazione pratica con strumenti di mercato. Fin dagli inizi, il gruppo è molto attivo in attività di trasferimento tecnologico verso aziende produttive del territorio, in progetti di ricerca nazionali ed europei. Ha inoltre dato vita ad una startup di successo, e ad alcuni brevetti industriali.

SITO WEB

<http://daisylab.deib.polimi.it/>

Laboratorio di Biomeccanica Computazionale (CB Lab)

RESPONSABILE: Prof. Alberto Redaelli

COMPONENTI

Alberto Redaelli, Giuseppe Passoni, Gianfranco Beniamino Fiore, Monica Soncini, Simone Vesentini, Riccardo Vismara, Emiliano Votta, Marco Rasponi, Silvia Bozzi, Alfonso Gautieri, Filippo Consolo, Marco Piola, Federica Rigoldi, Lorenzo Valerio, Paola Occhetta, Francesco Sturla, Nina Bono, Giovanni Stefano Ugolini, Annalisa Dimasi, Andrea Mangini, Andrea Gazzaneo, Francesco Sturla

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio offre la possibilità di praticare il calcolo parallelo, in ambiente linux, applicato alla biofluidodinamica, alla biomeccanica e alla meccanica molecolare. Il laboratorio ospita le attività didattiche dei corsi di Meccanica Molecolare e di Biomeccanica Computazionale; inoltre è un laboratorio di riferimento per molti corsi post-laurea e di dottorato. Ogni anno circa 30 tesi, tra laurea, master e dottorato, sono sviluppate nel laboratorio. Le principali aree di ricerca comprendono la biofluidodinamica computazionale (meccanica delle valvole, trasporto di particelle), la meccanica computazionale (protesi, dispositivi ausili), la microfluidodinamica (lab on a chip, MEMS, elettroforesi capillare, ecc), la meccanica molecolare (Docking molecolare, imprinting e adesione, ecc.)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Biomimetica e micro-nano tecnologie-Tecnologie per la terapia

SITO WEB

<http://www.biomech.polimi.it/index.php/cblab>

Laboratory of Experimental Micro and Biofluid dynamics (μ BS Lab)

RESPONSABILE: Prof. Gianfranco Beniamino Fiore

COMPONENTI

Gianfranco Beniamino Fiore, Alberto Redaelli, Giuseppe Passoni, Monica Soncini, Simone Vesentini, Riccardo Vismara, Emiliano Votta, Marco Rasponi, Silvia Bozzi, Alfonso Gautieri, Filippo Consolo, Marco Piola, Lorenzo Valerio, Paola Occhetta, Francesco Sturla, Nina Bono, Giovanni Stefano Ugolini, Annalisa Dimasi, Andrea Mangini, Federica Rigoldi, Andrea Gazaneo

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Le missioni del laboratorio sono la ricerca e la formazione nel settore della biofluidodinamica sperimentale e dello sviluppo di dispositivi fluidici artificiali che si interfacciano col biologico.

La ricerca in questo laboratorio è rivolta principalmente ai seguenti aspetti: a) studi sperimentali di fluidodinamica cardiovascolare in condizioni fisiologiche, patologiche o di protesizzazione; b) analisi funzionale e ottimizzazione di dispositivi per il trattamento del sangue, con particolare attenzione alla trombogenicità dovuta all'attivazione piastrinica; c) progetto, realizzazione e collaudo di sistemi di coltura avanzati per l'ingegneria dei tessuti in vitro e per studi ex vivo di medicina rigenerativa; d) sviluppo di sistemi di coltura microfluidici programmabili (Lab-on-chip) per il condizionamento biomeccanico del microambiente cellulare in vitro.

Il laboratorio è inoltre attrezzato per svolgere attività didattica pratica con gruppi di studenti, attraverso sperimentazioni di fluidodinamica dei fluidi biologici. In questo laboratorio vengono svolte le attività pratiche del corso di 'Laboratorio di Biofluidodinamica' (Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica), ed esercitazioni di diversi corsi nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Bioingegneria e di corsi post-laurea. Il laboratorio ospita studenti laureandi o di dottorato durante lo svolgimento del loro progetti di tesi, nell'ambito del corso di studi di Ingegneria Biomedica, focalizzati sulla progettazione e/o valutazione funzionale di sistemi fluidodinamici per applicazioni medico/biologiche.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Biomimetica e micro-nano tecnologie

SITO WEB

<http://www.biomech.polimi.it/index.php/mbslab>

Laboratorio Biosignals, Bioimaging, Bioinformatics (B3Lab)

RESPONSABILE: Prof.ssa Linda Pattini

COMPONENTI

Sergio Cerutti, Giuseppe Baselli, Anna Maria Bianchi, Luca Mainardi, Maria Gabriella Signorini, Enrico Caiani, Linda Pattini, Manuela Ferrario, Valentina Corino

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

L'attività del B3LAB riguarda l'elaborazione dati e il trattamento dell'informazione per la ricerca biomedica: analisi di dati, segnali e immagini; sviluppo di modelli di sistemi biologici e fisiologici; integrazione multimodale, multiscala di informazione; data mining; bioinformatica per la medicina molecolare e la biologia dei sistemi.

ATTREZZATURE

Il laboratorio è dotato anche di strumentazione per l'acquisizione di segnali biologici.

Procomp Infiniti

Dispositivo di acquisizione di segnali biomedici, 8 canali modulare per EEG, ECG, BVP, SC EMG e respiro

Finometer® PRO, FMS, The Netherlands.

Dispositivo per la misurazione in continua di pressione arteriosa

Clickholter Cardioline e Mortara.

Registratori Holter

Laser Doppler flowmeter "PeriFlux System 5000", Perimed AB Sweden. dispositivo per misure di flowmotion del microcircolo cutaneo.

Micromed

Sistema per EEG e PE cognitivi a 32 canali con stimolatore multimediale complesso per ERP

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Modelli fisiologici, diagnostica clinica, sistemi sanitari ed e-health

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=77&id_sezione=6

Laboratorio di Analisi della Postura e del Movimento “Luigi Divieti”

RESPONSABILE: Prof. Manuela Galli, Prof. Marcello Crivellini

COMPONENTI:

Marcello Crivellini, Manuela Galli, Veronica Cimolin, Chiara Rigoldi, Nicola Cau, Serena Frittoli, Gianpaolo Tornatore

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

L'attività del Laboratorio si divide in:

- 1) Ricerca/ricerca applicata alla clinica: questa attività è focalizzata principalmente sulla definizione ed implementazione di set-up sperimentali per quantificare movimenti specifici, sulla definizione di normalità di riferimento, sull'identificazione e calcolo di parametri per applicazioni cliniche. In questo modo ci si propone di fornire alla clinica degli strumenti che permettano di quantificare il grado di limitazione funzionale, di migliorare il processo decisionale del trattamento riabilitativo ottimale e di quantificare gli effetti di un trattamento nel tempo in diverse condizioni patologiche (Paralisi Cerebrale Infantile, Sindrome di Down, Malattia di Parkinson, protesi di arto inferiore, disturbi dell'alimentazione, ictus, emiplegia, atassia e altre patologie).
- 2) Didattica: diversi corsi della laurea in Ingegneria Biomedica, sia di primo livello sia magistrale, e della Scuola di Dottorato in Bioingegneria sono svolti presso il Laboratorio “Luigi Divieti”. Vengono tenute sia lezioni che sessioni pratiche oltre che la preparazione di tesi. In particolare, presso il Laboratorio vengono tenute lezioni (e/o esercitazioni) per i seguenti corsi:
 - Laboratorio di valutazione funzionale – Prof. Manuela Galli;
 - Valutazione funzionale e riabilitazione motoria – Prof. Manuela Galli;
 - Analisi e organizzazione dei sistemi sanitari – Prof. Marcello Crivellini;
 - Tecnologie per l'analisi e la virtualizzazione motoria – Prof. Giorgio Santambrogio.
- 3) Training/consulenze: viene fornito supporto ai laboratori di analisi del movimento che svolgono la loro attività in ambito clinico e si organizzano corsi per operatori di laboratorio e aziende che si occupano di analisi del movimento.
- 4) Servizio alla clinica: è dedicato agli istituti clinici che non dispongono al loro interno di un laboratorio di analisi del movimento ma che hanno la necessità di valutare i loro pazienti mediante analisi quantitative del movimento. In questo caso le valutazioni vengono svolte presso il Laboratorio “Luigi Divieti” a fronte di convenzioni/accordi ufficiali.

Anche se l'attività del Laboratorio è principalmente focalizzata sull'applicazione dell'analisi del movimento in ambito clinico, negli ultimi anni le attività si sono rivolte anche alla valutazione del gesto sportivo, all'ergonomia e alle applicazioni industriali.

ATTREZZATURE

- Elettromiografo di superficie (FREEEMG, BTS, Italia)
- G-Sensor (BTS, Italia)
- Poligrafo Nexus (BTS, Italia)
- Piattaforme di forza (AMTI, USA)
- Sistemi optoelettronici (Elite2002, BTS, Italia; SMART, BTS, Italia)
- TVC (Videocontroller, BTS, Italia)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Tecnologie per la terapia

SITO WEB

<http://www.movlab.it/ita/home.htm>

Laboratorio di Tecnologie Biomediche (TBMLab)

RESPONSABILE

Prof. Aliverti Andrea, Prof. Baroni Guido, Prof. Dellacà Raffaele, Prof. Frigo Carlo Albino, Prof. Pedotti Antonio

COMPONENTI

Andrea Aliverti, Guido Baroni Dario Bovio, Pietro Cerveri, Delia Ciardo, Raffaele Dellacà, Aurora Fassi, Giovanni Fattori, Giulia Fontana, Carlo Frigo, Chiara Gianoli, Alessandro Gobbi, Leonardo Govoni, Marianna Laviola, Antonella Lo Mauro, Enrico Mazzuca, Ilaria Milesi, Chiara Paganelli, Paolo Patete, Esteban E. Pavan, Antonio Pedotti, Andrea Pella, Francesca Pennati, Marta Peroni, Pasquale Pompilio, Rita Priori, Marco Riboldi, Caterina Salito, Donatella Scurati, Matteo Seregini, Maria Francesca Spadea, Barbara Tagaste, Barbara Uva, Chiara Veneroni, Emanuela Zannin, Cynthia C. Zazzarini

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il TBM Lab - Laboratorio Tecnologie Biomediche, articolato in quattro diversi laboratori, si sviluppano metodi e tecnologie innovative per migliorare la conoscenza e la cura del paziente in diversi campi del settore biomedico.

I laboratori sono i seguenti:

➤ ***Cart - Computer Aided RadioTherapy***

Il Laboratorio CART si occupa dell'ottimizzazione del trattamento dei tumori in radioterapia e chirurgia. Le principali attività del laboratorio riguardano la pianificazione ed il monitoraggio del trattamento del tumore sia in radioterapia ed adroterapia che in ambito chirurgico.

➤ ***LaRes - Laboratorio di Analisi della Respirazione***

Le attività di ricerca del LaRes sono nel campo della Bioingegneria del Sistema Respiratorio.

La missione del LaRes è di creare innovazione in medicina respiratoria attraverso lo sviluppo di metodologie e tecnologie per l'analisi, la valutazione funzionale ed il trattamento delle malattie respiratorie.

➤ ***MBMC - Movement Biomechanics and Motor Control***

Il MBMC Lab si concentra sulla biomeccanica e l'analisi del movimento umano. Le nostre attività comprendono lo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie per quantificare il movimento umano e la loro domanda per la valutazione clinica, la pianificazione chirurgica, simulazione virtuale e design ergonomico.

➤ ***TechRes - Laboratorio di Tecnologie per la Respirazione***

TechRes Lab sviluppa soluzioni ingegneristiche innovative per la respirazione. TechRes Lab progetta e sviluppa metodi, modelli e applicazioni ingegneristiche innovative per lo studio della respirazione e delle patologie dell'apparato respiratorio.

POLITECNICO DI MILANO

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Tecnologie per la terapia

SITO WEB

<http://www.tbmlab.polimi.it/index.php?lingua=ita&lid=1>

Laboratorio di neuroingegneria e robotica medica

RESPONSABILE: Prof. Giancarlo Ferrigno

COMPONENTI

Giancarlo Ferrigno

Sezione robotica medica: Elena De Momi, Elisa Beretta, Marta Valenti, Nima Enayati, Veronica Penza, Roberta Perrone, Giacomo Bosoni, Jacopo Buzzi;

Sezione neuroingegneria: Alessandra Pedrocchi, Simona Ferrante, Emilia Ambrosini, Claudia Casellato, Marta Gandolla, Giulia Regalia, Noelia Chia Bejarano, Francesca Lunardini, Elisabetta Peri, Alberto Antonietti .

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il Laboratorio si occupa della ricerca nei seguenti campi:

- robotica medica: biomeccanica delle articolazioni, tecniche di sensor fusion per la localizzazione spaziale in chirurgia navigata, sistemi di pianificazione avanzata di interventi neurochirurgici, sistemi di controllo cooperato e in tele-manipolazione per chirurgia robotica, strumentazione chirurgica, tecniche di intelligenza artificiale applicate alla robotica.
- ingegneria per le neuroscienze: tecnologie robotiche ibride per la neuroriabilitazione e per l'indipendenza del disabile e dell'anziano; studio biomeccanico, con simulazioni robotiche e con neuroimmagini del controllo e dell'apprendimento motorio; progettazione di interfacce bioartificiali in ambito neurobiologico.

ATTREZZATURE

- Stimolatore Neuromuscolare: RehaStim™, Hasomed GmbH
- Stimolatore Neuromuscolare, Krauth & Timmerman, GmbH
- Cicloergometro MOTomed viva2™, Reck Medizintechnik GmbH
- Cicloergometro Thera-Live™, Medica Medizintechnik GmbH
- Armeo@Spring, Hocoma, Switzerland
- Porti™, Twente Medical System International, Twente, Netherlands: Poligrafo a 32 canali
- Tobii T60, Tobi Technology
- DeltaStim, Demultiplexer per lo Stimolatore neuromuscolare RehaStim™, Hasomed, GmbH, Magdeburg, Germany
- Neuroprotesi per la presa
- Esoscheletro arto superiore a tre gradi di libertà
- Sensori per l'acquisizione del momento torcente ai pedali
- Elettrogoniometri e footswitches
- Phantom OMNI™ SansAble
- Cella di carico Tekkal™
- Dispositivo di Biofeedback

POLITECNICO DI MILANO

- BTS Smart- μ g™
- USB-MEA60-Inv-BC-System
- Bagno termostato e di circolazione E 306
- Microscopio Leica MZ16 F
- Solid state laser RLT MPL-532-30
- Robot Kuka LWR4+
- Robot Kawasaki FS03N
- Robot SpineAssist
- Robot PathFinder
- Master aptici Sigma7 Force Dimension
- Sensore di forza
- Optotrack Certus NDI
- NDI Aurora
- NDI Polaris Vicra
- Macchina Ecografica BK-medical Falcon 2101
- Tavolo operatorio OPT 80
- Stampante 3D PowerWasp

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Tecnologie per la valutazione funzionale e la riabilitazione/ Tecnologie per la terapia

SITO WEB

<http://www.nearlab.polimi.it/>

Laboratorio di Informatica BioMedica e Sanità Digitale (e-Health Lab)

RESPONSABILE: Prof. Francesco Pincioli

COMPONENTI:

Francesco Pincioli, Sara Marceglia, Stefano Bonacina, Luca Mazzola, Simona Ferrante

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Informato al motto: "Serving the Patients by Serving Doctors and Institutions through Information and Communication Methods and Technologies".

Le attività del laboratorio di Informatica BioMedica e Sanità Digitale consistono nella modellazione, nella progettazione, nello sviluppo e nella sperimentazione di metodi e di prototipi di sistemi informatici per la Medicina e la Sanità.

Le principali tematiche di ricerca trattate riguardano:

- app e applicazioni, anche in ambiente mobile, per l'informatica medica personalizzata;
- lessici, terminologie e ontologie mediche rivolte anche all'ambiente familiare;
- processi in ambito clinico/sanitario;
- algoritmi per il data-mining in ambito clinico;
- sistemi sostenibili di telemedicina anche per i paesi in via di sviluppo.

Il laboratorio fornisce consulenze scientifiche.

ATTREZZATURE

- Apps Development Corner
- Avatar Development Suite
- Medical Ontology Factory

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Bioingegneria

Linea di ricerca: Modelli fisiologici, diagnostica clinica, sistemi sanitari ed e-health

SITO WEB

<http://www.ehealth.polimi.it/>

Laboratorio di compatibilità elettromagnetica

RESPONSABILE: Prof. Sergio Pignari

COMPONENTI:

Diego Bellan, Flavia Grassi, Sergio Pignari, Giordano Spadacini

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio di Compatibilità Elettromagnetica comprende una vasta selezione di strumenti di misura e software di simulazione, costantemente arricchita e/o aggiornata allo stato dell'arte. Lo scopo del laboratorio è quello di offrire un supporto sperimentale alle attività di ricerca svolte nel settore della Compatibilità Elettromagnetica, segnatamente per quanto riguarda:

- Lo sviluppo di innovativi metodi di misura e/o procedure di prova, che superino i meri requisiti dell'attuale normativa tecnica, con particolare riferimento ai settori: automobilistico, aerospaziale, ferroviario;
- La caratterizzazione elettromagnetica di dispositivi, apparati e sistemi alle frequenze di interesse per la Compatibilità Elettromagnetica, per l'identificazione di modelli che comprendano l'effetto dei parassitismi;
- La caratterizzazione di strutture di interconnessione (ad esempio, cablaggi di diversa tipologia) per lo studio della propagazione di disturbi elettromagnetici condotti.

A titolo di esempio, alcune attività recentemente svolte nel laboratorio sono:

- La caratterizzazione sperimentale di pinze per Bulk Current Injection (BCI), e la validazione sperimentale di innovativi test di suscettibilità radiata basati sulle tecniche BCI per il settore aerospaziale e automobilistico, nell'intervallo di frequenze 10 kHz – 400 MHz;
- Lo sviluppo e la validazione di catene di misura innovative per le emissioni radiate di treni in movimento nell'infrastruttura ferroviaria ad alta velocità, nell'intervallo di frequenze 9 kHz – 1 GHz, in conformità e in superamento della normativa di riferimento IEC 62236;
- Nel settore aerospaziale, la caratterizzazione sperimentale di dc/dc converter e dei cablaggi usati nei sistemi di potenza di satelliti, nell'intervallo di frequenze 100 kHz – 100 MHz, per l'identificazione e la validazione di modelli di predizione delle emissioni condotte;
- L'analisi dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici per i lavoratori impiegati nei processi di saldatura ad arco elettrico (norma EN 50444) attraverso la simulazione elettromagnetica di complessi modelli tridimensionali del corpo umano e la caratterizzazione sperimentale di saldatrici industriali.

ATTREZZATURE

Il laboratorio dispone di una vasta selezione di strumenti di misura per attività di ricerca nel settore della Compatibilità Elettromagnetica. A titolo di esempio:

- Analizzatori di spettro e analizzatori di rete :
Network Analyzer Agilent ENA E5071C 9 kHz - 4.5 GHz

POLITECNICO DI MILANO

Network Analyzer Agilent ENA E5070B 300 kHz - 3 GHz

Spectrum Analyzer Agilent E7401A 9 kHz - 1.5 GHz

- Generatore di segnale :

Signal Generator Agilent MXG N5182A 100 kHz – 3 GHz

- Oscilloscopi :

Tektronix DPO 4104 - 1 GHz, 5 Gs/s, 10 Ms record, 4 ch.s

Current Probes Tektronix TCP 0030, DC to 120 MHz

- Rete di stabilizzazione dell'impedenza di linea :

LISN Schwarzbeck nslk8128 (9 kHz – 30 MHz, Std. Power 4 × 32/50 A)

Trasformatore trifase di isolamento

- Injection and Monitor Probes :

FCC F-130A Bulk Current Injection probes 100 kHz – 500 MHz (two pieces)

F-120-2 Bulk Current Injection probe 10 kHz – 230 MHz

FCC-BCICF-1 Calibration Fixture 10 kHz – 400 MHz

Monitor Probes FCC F-51 Current Probe 10 kHz – 500 MHz

- Electric/Magnetic Field Sensors and Antennas :

Field Analyzer Narda EFA 300 5 Hz - 32 kHz

Exposure Level Tester Narda ELT 400 1 Hz – 400 kHz

3-Axis dc Hall magnetometer Metrolab Instruments THM 7025

Loop antenna EMCO 6509 1 kHz – 30 MHz

- Software per simulazione elettromagnetica di frequente utilizzo nel laboratorio EMC :

EMSS-SA-FEKO Suite

CST Microwave Studio

Nittany Scientific-NEC Win PRO

Ansoft-Maxwell 3D

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Ingegneria elettrica

Linea di ricerca: Compatibilità elettromagnetica (EMC)

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=73&id_sezione=7

Laboratorio di alte tensioni

RESPONSABILE: Prof. Marco Faifer

COMPONENTI

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio di Alta Tensione è equipaggiato con strumentazione e dispositivi per l'esecuzione di prove di caratterizzazione di materiali, con particolare riferimento alle caratteristiche dielettriche. Il laboratorio viene utilizzato sia per fini di ricerca sia per l'esecuzione di prove conto terzi. Nel laboratorio è presente un trasformatore elevatore monofase con tensione primaria nominale pari a 380 V, tensione nominale secondaria pari a 150 kV e potenza nominale di 4,5 kVA. Il trasformatore è equipaggiato con un passante di tipo OIP, con presa capacitiva, corrente nominale di 630 A e tensione nominale di 300 kV. Sono inoltre presenti attrezzature accessorie quali elettrodi in aria e in bagno d'olio per l'esecuzione di prove secondo norma.

ATTREZZATURE

Trasformatore elevatore monofase con tensione primaria nominale 380 V, tensione nominale secondaria 150 kV e potenza apparente 4,5 kVA. Il trasformatore è equipaggiato con un passante di tipo OIP, con presa capacitiva, corrente nominale di 630 A e tensione nominale di 300 kV. Il trasformatore è dotato di console di controllo che permette l'impostazione di profili di tensione, attuando la regolazione dell'ampiezza della tensione generata secondo specifiche tempistiche. Il trasformatore è corredato inoltre di dispositivi ausiliari quali divisori capacitivi ed elettrodi dedicati per lo svolgimento di prove.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Ingegneria elettrica

Linea di ricerca: Misure e diagnostica

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=72&id_sezione=7

Laboratorio di misure elettriche di precisione

RESPONSABILE: Prof. Roberto Ottoboni

COMPONENTI:

Roberto Ottoboni

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio è attrezzato con strumentazione di precisione per la misura di grandezze elettriche e la taratura di strumenti di misura. Il laboratorio è situato in una sala climatizzata a temperatura $23\pm1^{\circ}\text{C}$ e umidità relativa $50\pm5\%$. Il laboratorio è accreditato dal Centro Taratura di Ateneo, operando in accordo alle norme ISO 9001 ed ISO/IEC 17025, per la taratura di strumentazione per la misura di grandezze elettriche e la taratura di termoigrografi e termogrometri in punti fissi.

Il laboratorio è in grado di eseguire le seguenti prove:

- Taratura di multimetri e misuratori di grandezze elettriche;
- Taratura di generatori e riferimenti di grandezze elettriche;
- Taratura di termoigrografi e termogrometri;
- Misure e caratterizzazione delle proprietà elettriche dei materiali;
- Misure di potenza e energia elettrica.

ATTREZZATURE

Il laboratorio dispone di una vasta selezione di strumenti di misura per attività di servizio e di ricerca nel settore delle misure elettriche. Tra questi, i più significativi sono:

- Generatori campione :
Calibratore Fluke 5500A
3 generatori tensione continua Fluke 732B
Vari resistori campioni Leeds&Northrup e Hartmann & Braun
- Misuratori campione :
Multimetro Fluke 8508A
Nanovoltmetro Agilent HP 34420A
Precision LCR Meter Agilent E4980A
Analizzatore di rete trifase AV POWER PA4400A
Misuratore di fase digitale AVPOWER SD1000
Termo igrometro Dostmann P 655-LOG
- Attrezzature ausiliarie :
Camere refrigerate e riscaldanti per test in temperatura (-40°C ... $+300^{\circ}\text{C}$)
Bagno termostatico con stabilità $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
Sorgenti di corrente alternata e continua fino a 5kA

POLITECNICO DI MILANO

Schede di conversione analogico digitale 16-24 bit

Generatori programmabili digitali di segnale

Oscilloscopi digitali

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Ingegneria elettrica

Linea di ricerca: Misure e diagnostica

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=74&id_sezione=7

Laboratorio di azionamenti elettrici, elettronica di potenza ed accumuli di energia

RESPONSABILE: Prof. Luigi Piegari

COMPONENTI:

Luigi Piegari

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il laboratorio di Azionamenti elettrici, elettronica di potenza ed accumuli di energia si studiano strategie di controllo per azionamenti e convertitori, si realizzano prototipi di convertitori innovativi e simulatori di sistemi complessi al fine di verificare i vantaggi di applicazione di sistemi di accumulo all'interno di impianti complessi. Allo stato attuale, le principali attività di ricerca riguardano:

- Studio e realizzazione di sistemi per la massimizzazione della potenza ottenibile da pannelli fotovoltaici in differenti condizioni di funzionamento;
- Progettazione e realizzazione di tecniche di controllo per convertitori elettronici di potenza AC/DC per lo studio del loro funzionamento in presenza di guasti con e senza la presenza di impianti di messa a terra; funzionamento di sistemi di interfacciamento tra reti di differenti categorie e per la connessione a reti esistenti di sistemi di accumulo e di generazione da fonte rinnovabile;
- Progettazione e realizzazione di convertitori elettronici di potenza risonanti ad elevata efficienza per diversi tipi di applicazioni;
- Realizzazione di simulatori per lo studio dei vantaggi connessi all'impiego di accumuli su sistemi navali e all'introduzione di sistemi di distribuzione in continua a bordo di grandi navi;
- Modellistica di supercondensatori, batterie al litio e celle ibride innovative (tipo condensatori agli ioni di litio). Su celle innovative sono effettuate prove di spettroscopia di impedenza, prove di risposta dinamica e prove di vita in differenti condizioni di funzionamento e a diverse temperature al fine di ottenere modelli dinamici e caratteristiche dei sistemi in prova.

ATTREZZATURE

- Sorensen SGI 400-38
- Elgar sw5250A 40Hz-5kHz 5250W 312V
- Power quality analyzer trifase Fluke 435
- Biologic SP-150 con VMP3B100

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Ingegneria elettrica

Linea di ricerca: Sistemi elettrici , elettronica di potenza, convertitori, macchine ed azionamenti elettrici

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=78&id_sezione=7

Laboratorio di Dispositivi elettronici

RESPONSABILE: Prof. Alessandro Sottocornola Spinelli, Prof. Marco Sampietro,

COMPONENTI:

Andrea Lacaita, Marco Sampietro, Alessandro Sottocornola Spinelli, Daniele Ielmini, Dario Natali

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Nel laboratorio si conducono attività legate ai principi di funzionamento, prestazioni e limitazioni affidabilistiche di dispositivi elettronici a stato solido. La molteplicità dei componenti investigati può essere suddivisa in due principali categorie: dispositivi per la memorizzazione dell'informazione in tecnologia CMOS e dispositivi organici optoelettronici. La prima classe di dispositivi costituisce oggi uno dei settori trainanti l'industria dei semiconduttori, mentre la seconda offre attraenti possibilità di sviluppo tecnologico per un gran numero di applicazioni elettroniche.

➤ Dispositivi per la memorizzazione dell'informazione:

Un interesse particolare in questo ambito è rivolto alle tecnologie di memorizzazione non volatile, ovvero che garantiscono di preservare i dati immagazzinati anche in assenza di alimentazioni elettriche. In particolare, importanti attività di ricerca sono portate avanti con continuità sia sulla tecnologia Flash, che rappresenta da decenni la principale tecnologia per la memorizzazione non volatile a stato solido, sia su molteplici tecnologie emergenti che potrebbero ritagliarsi in futuro un proprio settore di mercato. Nel campo Flash, la ricerca ha investigato i nodi tecnologici dal 130-nm all'attuale 16-nm, affrontando con caratterizzazioni sperimentali, studi modellistici e simulazioni numeriche tutti i principali fenomeni fisici che con lo scaling sono emersi ad impattare le prestazioni e l'affidabilità della tecnologia, come il random telegraph noise, il rumore di programmazione, il rilascio di carica dai dielettrici e la variabilità statistica derivante dalla granularità della carica elettrica e della materia. Fra le tecnologie emergenti investigate dal gruppo un ruolo di primo piano è ricoperto dalle memorie a cambiamento di fase (PCM) e resistive (ReRAM), seguite nel loro sviluppo sin dalla loro iniziale proposta. La ricerca su queste tecnologie coinvolge un'ampia gamma di attività, dallo studio della fisica atomistica che sta alla base della struttura microscopica dei materiali utilizzati come elemento di memorizzazione, alla caratterizzazione elettrica e alla simulazione numerica dei processi alla base della scrittura e lettura del dato, fino all'ottimizzazione della cella e della matrice di memoria.

➤ Dispositivi organici:

L'elettronica organica sta catalizzando un crescente interesse a seguito delle peculiari caratteristiche di questa classe di semiconduttori. Allo stato solido essi danno infatti luogo a film sottili, leggeri, meccanicamente flessibili, le cui proprietà optoelettroniche possono essere accordate ai requisiti delle più svariate applicazioni grazie alla funzionalizzazione chimica. Inoltre la possibilità di formulare i semiconduttori organici sotto forma di inchiostri funzionali permette l'impiego di tecniche di deposizione mutate dal campo delle arti grafiche ed applicabili a larghe aree. Il laboratorio si occupa della progettazione, realizzazione, caratterizzazione e modellizzazione di dispositivi organici, con particolare enfasi su fotorivelatori e transistori,

e della loro integrazione in sistemi optoelettronici innovativi. Sul fronte dei transistori il laboratorio ha maturato una solida competenza nello studio dei fenomeni di trasporto ed iniezione di carica. Sul fronte dei fotorivelatori, il laboratorio si occupa dello studio della fisica dei processi di fotogenerazione e di raccolta della carica fotogenerata e dello sviluppo di architetture di dispositivi atte a massimizzare l'efficienza quantica e minimizzare i contributi delle correnti di buio. Oltre alla rivelazione di luce visibile e nel vicino infrarosso, attenzione è posta alla rivelazione indiretta di fotoni X per applicazioni nel campo della diagnostica non invasiva. Le attività su transistori e fotorivelatori convergono infine nella ricerca e sviluppo di sensori digitali di immagini realizzati tramite tecniche di deposizione innovative quali lo spray-coating e l'inkjet printing.

ATTREZZATURE

- Misura di segnali e rumore:
Oscilloscopi
Analizzatore di spettro a bassa frequenza
Alimentatori DC a basso rumore
- Set-up per la misura di dispositivi on-wafer:
Probe stations
Strumenti per il testing di dispositivi a semiconduttore
Semiconductor parameter analyzer
pA meter/DC voltage source
Precision LCR meter
Data acquisition/switch unit
Impulsatori e amplificatori
Oscilloscopi
Criostato
Stufe da laboratorio
- Strumentazione per semiconduttori organici:
Spin coater per la deposizione di film sottili
Sputter per la deposizione di metalli nobili e per trattamento al plasma
Cappa chimica
Bagno ad ultrasuoni
Hot plate e agitatore magnetico
Microscopio ottico in riflessione darkfield/brightfield/differential image contrast
Microscopio AFM (contact and non contact mode)
Camera climatica per effettuare misure da -50 °C a 200 °C
Impulsatore (impulsi fino a 5 ns)
Oscilloscopi digitali con banda fino a 500MHz

POLITECNICO DI MILANO

Alimentatori

Pompe turbomolecolari

LCR meter

Spettrofotometro (200nm-1micron)

Semiconductor parameter analyzer

Sistema basato su sorgenti LED impulsive per la caratterizzazione di fotorivelatori

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

Linea di ricerca: Dispositivi Elettronici

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=64&id_sezione=2

Laboratorio di Rivelatori di radiazione ed elettronica a basso rumore

RESPONSABILE

Prof. Giuseppe Bertuccio, Prof. Andrea Castoldi, Prof. Carlo Fiorini, Prof. Marco Sampietro.

COMPONENTI

Giuseppe Bertuccio, Andrea Castoldi, Carlo Fiorini, Chiara Guazzoni, Antonio Longoni, Marco Sampietro, Giorgio Ferrari

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Nel laboratorio "Elettronica: Rivelatori di Radiazione ed Elettronica a Basso Rumore" l'attività di ricerca riguarda i rivelatori di radiazione ionizzante e di particelle cariche. L'attività copre l'intero percorso di innovazione dei sistemi basati su tali rivelatori spaziando dallo sviluppo di nuovi dispositivi all'elettronica a basso rumore per l'acquisizione e l'elaborazione ottimale dei segnali provenienti dai rivelatori per poi arrivare a strumenti completi per una specifica applicazione.

Il laboratorio nasce dall'attività pionieristica di Emilio Gatti nel campo dei rivelatori di radiazione ionizzante e delle tecniche di trattamento dei segnali da essi forniti. Nel 1983, Emilio Gatti ha inventato insieme a Pavel Rehak (del Brookhaven National Laboratory, BNL, USA) il Rivelatore a Deriva a Semiconduttore (Silicon Drift Detector, SDD). Da quella data il laboratorio collabora allo sviluppo di nuovi rivelatori di radiazione a semiconduttore spesso basati sul concetto del SDD diventando un centro di riferimento, a livello internazionale, nel campo dei rivelatori di radiazione e della strumentazione associata.

Parte importante dell'attività di ricerca riguarda il progetto e la caratterizzazione sperimentale di una vasta classe di circuiti VLSI dedicati alla lettura e al trattamento dei segnali da rivelatori di radiazione ionizzante e fotorivelatori ottici. Il laboratorio è coinvolto in svariati ambiti applicativi tra cui: lo sviluppo di camere per raggi gamma ad elevata risoluzione spaziale per applicazioni in medicina nucleare e fisica nucleare; innovativi strumenti per la spettroscopia ad alta risoluzione e l'imaging X per l'analisi dei materiali, per esperimenti con luce di sincrotrone e sorgenti Free Electron Laser di raggi X e per applicazioni in astronomia; rivelatori ad elevata risoluzione a temperatura ambiente realizzati con semiconduttori composti (SiC, GaAs, CdTe, CdZnTe); sistemi di rivelazione per l'imaging di particelle cariche in esperimenti di fisica nucleare.

ATTREZZATURE

- Strumentazione per design, test e misure su rivelatori di radiazione e circuiti integrati:
 - Probe stations
 - Camera climatica
 - Microscopi ottici
 - Strumenti per misure e test di rivelatori
 - LCR-meter

POLITECNICO DI MILANO

Semiconductor device Analyzer

Spectrum Analyzer

Programmable Electrometer

Strumenti per la caratterizzazione I-V e C-V

Software CAD per la simulazione di dispositivi e circuiti integrati

Sistemi di acquisizione

Shaper Amplifiers (unipolar and bipolar)

Multichannel Analyzer/Dual Input Multiscaler

ADC + acquisition board

Single Channel Analyzer & Time to Amplitude Converter

Impulsatori, generatori di forme d'onda arbitrarie fino a 20 MHz

Oscilloscopi digitali Real-Time con bande fino a 1 GHz

Analizzatori di stati logici con banda di 2 GHz

Analizzatore di reti

- Sviluppo di spettrometri XRF per analisi di materiali :

Alimentatori

Alta tensione

Basso rumore

Uscite multiple

Impulsatori, amplificatori e sistemi di acquisizione

Oscilloscopi

Motori micrometrici (slitte + controllore)

Generatori raggi X e sorgenti

Camera climatica

Spettrometro portatile completo

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

Linea di ricerca: Rivelatori di radiazione ed elettronica a basso rumore

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=60&id_sezione=2

Laboratorio di Progettazione analogica integrata

RESPONSABILE: Prof. Salvatore Levantino

COMPONENTI:

Andrea Bonfanti, Andrea Lacaita, Salvatore Levantino, Carlo Samori, Stefano Brenna, Giovanni Marucci

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

L'attività di ricerca del laboratorio riguarda la progettazione di circuiti integrati (IC), misti analogico/digitali e RF, in tecnologie CMOS ultrascalate con lunghezza di canale decananometriche, attualmente in uso sono la 28nm e la 65nm. L'utilizzo di tali tecnologie è inevitabile per la realizzazione di sistemi completi on-chip poiché comporta numerosi vantaggi in termini di velocità, di prestazioni della sezione digitale e di occupazione di area di Silicio. Di contro, il principale problema è rappresentato da un forte peggioramento di alcune caratteristiche come guadagno, matching, rumore etc..., che rende molto difficile il progetto della sezioni analogica e RF. Per questo motivo in anni recenti sono state sviluppate nuove topologie circuitali e in generale, un nuovo approccio alla progettazione analogica e RF. Ad esempio, le non-idealità analogiche dovute allo scaling vengono corrette con l'utilizzo di calibrazioni digitali, l'informazione è trasferita dall'ampiezza al tempo (attraversamento di zero) etc....

Si tratta di un campo in cui sono impegnate le principali compagnie di IC-design mondiali, e in cui la competizione e lo sviluppo di nuove soluzioni procede in modo rapidissimo. In questo ambito il laboratorio ha dato in anni recenti importanti contributi ed è riconosciuto come un centro di eccellenza a livello internazionale.

A titolo di esempio, tra le applicazioni sviluppate nel campo RF, vi sono sintetizzatori/modulatori di frequenza operanti a 4GHz, per applicazioni wireless, in cui l'utilizzo di calibrazioni digitali (il solo modulatore comprende più di 20mila transistori) permette di raggiungere contemporaneamente basso jitter (300 femtosecondi) a bassa potenza (4,5 mW). Si prevede di applicare presto tali tecniche nella progettazione di sistemi radar, in CMOS, operanti a 77 GHz. Un'altro esempio riguarda la progettazione del front-end analogico a basso rumore e bassa dissipazione di potenza e del sistema di conversione analogico-digitale per la rilevazione del segnale neuronale (sia da cavie da laboratorio in esperimenti di neuroscienze sia da pazienti per fini terapeutici) e sul progetto dell'elettronica di read-out e attuazione di magnetometri di tipo MEMS o basati su materiali magnetoresistivi.

Su questi temi sono attive collaborazioni con Università, centri di ricerca e compagnie di semiconduttori, sia italiane (Istituto Italiano di Tecnologia, STMicroelectronics) sia internazionali (Intel Labs, IMEC).

ATTREZZATURE

- Sistemi CAD per circuiti integrati
- Oscilloscopi
- Dynamic signal analyzer
- Alimentatori
- Generatori di forme d'onda a bassa frequenza (fino a 40MHz)
- Analizzatore di stati logici

POLITECNICO DI MILANO

- Sistemi di misura a radiofrequenza e microonde:
Analizzatore di rete fino a 40 GHz
Analizzatori di spettro fino a 40 GHz
Generatori di segnali a basso rumore di fase (fino a 6 GHz)
Generatori di segnali vettoriali (GSM, IEEE 802.11, UMTS.....) fino a 3 GHz

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

Linea di ricerca: Progettazione di circuiti elettronici

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=63&id_sezione=2

Laboratorio di Rivelatori di singoli fotoni e applicazioni

RESPONSABILE: Prof. Massimo Antonio Ghioni, Prof. Franco Zappa

COMPONENTI:

Massimo Ghioni, Franco Zappa, Ivan Rech, Alberto Tosi, Angelo Gulinatti

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio si occupa della ideazione, progetto, realizzazione ed impiego di rivelatori microelettronici di singoli fotoni ottici, nel visibile e vicino infrarosso, dello sviluppo di sensori di immagine 2D e 3D, e di strumentazione elettronica per il conteggio e la misura del tempo di volo di singoli fotoni.

➤ Rivelatori microelettronici di singoli fotoni SPAD:

Il laboratorio ha svolto attività pionieristica e raggiunto una posizione di leader riconosciuto a livello internazionale nello sviluppo dei rivelatori microelettronici SPAD "Single-Photon Avalanche Diode" e dell'elettronica associata. Ha introdotto il concetto di "active-quenching circuit" AQC, che ha aperto la strada all'applicazione pratica di questi rivelatori, e ha per primo sviluppato AQC integrati monolitici, essenziali per la realizzazione di sistemi analitici miniaturizzati basati matrici di rivelatori. Ha realizzato in varie generazioni SPAD in silicio (singolo pixel e matrici) con strutture originali e innovative, producendo i dispositivi sia con processi planari su misura (in particolare presso l'Istituto CNR di Microelettronica e Microsistemi, Bologna) sia con processi CMOS standard. In particolare l'impiego di processi CMOS ha permesso l'integrazione di elettronica di elaborazione insieme al sensore, garantendo lo sviluppo di complessi sistemi per l'acquisizione di immagini con sensibilità a livello di singolo fotone e in grado di misurare il tempo di arrivo dei fotoni con risoluzione di decine di picosecondi.

Per estendere la sensibilità nel campo spettrale infrarosso (oltre 1 micron), il laboratorio ha sviluppato rivelatori di singoli fotoni in Germanio e InGaAs/InP. E' stato progettato e sviluppato un nuovo SPAD in InGaAs/InP ad alte prestazioni ed è stata sviluppata l'elettronica per il suo utilizzo. In particolare, grazie all'abilitazione rapida con segnali a GHz è stato sviluppato un sistema in grado di ridurre drasticamente il principale collo di bottiglia di questi fotorivelatori (l'afterpulsing) e di raggiungere tassi di conteggio superiori a 100 Mcps.

➤ Applicazioni di SPAD:

Il laboratorio ha lavorato ad applicazioni diversificate di SPAD (sia singoli pixel che matrici), per diversi ambiti: sistemi micro- e nanoanalitici (per analisi di DNA e proteine, per molecular imaging, per spettroscopia risolta temporalmente nel vicino infrarosso, ecc.), misure 3D (per la prevenzione degli incidenti stradali, per il monitoraggio delle foreste, ecc.), comunicazioni sicure (crittografia quantistica, quantum computing, ecc.), per il testing ottico dei circuiti integrati VLSI.

ATTREZZATURE

- Strumenti per la caratterizzazione elettrica di dispositivi e circuiti elettronici:

POLITECNICO DI MILANO

- o Semiconductor Parameter Analyzer
- o Impulsatori e generatori di forme d'onda arbitrarie
- o Oscilloscopi digitali con bande fino a 20 GHz
- o Multimetri ed elettrometri
- o LCR meter
- o Network analyzer
- o Alimentatori per varie esigenze (alta tensione, alta corrente, basso rumore, uscite multiple)
- Sistemi di sviluppo per FPGA, CPLD e microcontrollori
- Single Channel Analyzer & Time to Amplitude Converter
- Multichannel Analyzer con risoluzione del picosecondo
- Wire bonder
- Probe station
- Banchi ottici
- Sistemi di allineamento micrometrici automatizzati
- Strumenti per la generazione e misura di segnali ottici
- Laser continui e impulsati a femtosecondo
- Microscopi ottici
- Banchi per misura dell'efficienza di rivelazione di dispositivi nel visibile e vicino infrarosso
- Criostato "Galileo Vacuum Tec" e altri raffreddatori a Peltier
- Camera climatica
- Software CAD per simulazione di dispositivi elettronici e circuiti integrati

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

Linea di ricerca: Rivelatori a singolo fotone e relative applicazioni

SITO WEB

<http://www.everyphotoncounts.com/>

Laboratorio di MEMS e microsensori

RESPONSABILE: Giacomo Langfelder

COMPONENTI: Giacomo Langfelder, Antonio Longoni

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Le attività del laboratorio riguardano l'ideazione, il design e la caratterizzazione di sensori miniaturizzati di svariate quantità fisiche, nonché lo sviluppo di circuiti di lettura e, quindi, l'integrazione degli stessi in sistemi elettronici. In particolare, a partire dal 2006 l'attività si è focalizzata sui sensori micro- e nano-elettromeccanici MEMS e NEMS (accelerometri, giroscopi, magnetometri, trasduttori ultrasonici, elettrometri), sui sensori d'immagine CMOS, sui circuiti di front-end ad essi associati, e sulle relative tecniche di caratterizzazione e qualifica.

Il laboratorio ha a disposizione tools di simulazione agli elementi finiti di sensori MEMS e dispositivi elettronici, nonché tools di simulazione circuitale a livello di schede e di circuiti integrati (ASIC). Il laboratorio dispone inoltre di strumentazione specifica per la caratterizzazione di MEMS multi-parametro (tavoli rotanti, generatori di campi magnetici...), e di strumentazione custom appositamente sviluppata per la caratterizzazione elettromeccanica di MEMS capacitivi. Il laboratorio ha possibilità di testare sensori su wafer (probe station) o singolari (wire bonding), sia aperti che in package. Dispone inoltre di banchi di caratterizzazione spettrometrica e colorimetrica di sensori di immagine o di colore.

Il laboratorio ha capacità di progettazione di schede multistrato e di montaggio su di esse dei componenti, anche SMD. Le capacità di realizzazione in casa dei circuiti stampati è invece limitata a due livelli. L'interconnessione dei sensori con i circuiti (su scheda o integrati) avviene tramite wire bonding.

I settori applicativi spaziano dall'elettronica consumer (sensori per dispositivi mobile, gaming, fotocamere digitali), all'elettronica per automotive (accelerometri e giroscopi per sistemi di sicurezza nei veicoli) e al campo biomedico (sensori impiantabili MEMS ultra-low-power).

Le attività del laboratorio sono per la maggior parte inquadrare in contratti industriali di ricerca, accordi di collaborazione con istituzioni scientifiche, progetti europei, e hanno prodotto negli ultimi dieci anni una ottantina di pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali e su atti di congressi internazionali, oltre a qualche brevetto.

ATTREZZATURE

- Strumentazione per analisi/ispezione ottica/elettrica di dispositivi o wafers:
 - Microscopio ottico metallografico
 - Stereo-microscopio
 - Probe station con micromanipolatori e microscopio ottico
 - Semiconductor parameter analyzer (Agilent B1500A)
- Strumenti di generazione/condizionamento/misura di segnali elettrici:
 - Oscilloscopi Tektronix (dpo304, 2024, TDS520B, 784D)
 - Analizzatore di spettro HP4195A

POLITECNICO DI MILANO

Generatori di forme d'onda fino a 80 MHz (Agilent, Rigol DG4102)

Schede di generazione/acquisizione di segnali analogici

Elettrometro programmabile (Keithley 617)

Lock-in amplifier 100 kHz (SR830DSP)

Universal counter (Agilent 53131A)

- Strumenti di generazione di quantità fisiche di riferimento per calibrazione sensori:

Rate table (velocità angolari, accelerazioni, +-3000 dps, 400 Hz)

Generatore di campi magnetici triassiale (+-7 mT, 200 Hz)

Trasduttore di ultrasuoni

Pompa a ultra alto vuoto

Sfera integratrice ad alta uniformità della illuminazione sulla finestra d'uscita

Motion controller micrometrico biassiale (Newport MM4005-2)

- Strumenti custom:

Strumentazione per analisi elettromeccanica di sensori MEMS

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

Linea di ricerca: Microsensori e microsistemi intelligenti

SITO WEB: -

Laboratorio di Sistemi elettronici digitali

RESPONSABILE: Prof. Giancarlo Ripamonti

COMPONENTI:

Angelo Geraci, Giancarlo Ripamonti

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Le attività del laboratorio sono rivolte allo sviluppo di sistemi elettronici su scheda che comprendono sia componenti commerciali sia nuovi dispositivi e circuiti integrati sviluppati negli altri laboratori di Elettronica del Politecnico di Milano. Questi ultimi sono prodotti presso fonderie di silicio esterne sono quindi montati nei package in laboratorio realizzando wire bonding con un'apposita apparecchiatura. E' possibile inoltre sigillare i package in ambiente di azoto. Il laboratorio ha capacità di progettazione di schede multilivello e di montaggio su di esse dei componenti, anche SMD. Le capacità di realizzazione in casa dei circuiti stampati è invece limitata a due livelli.

Nell'ambito di queste attività, a partire dal 1992, si è approfondita la progettazione di strumentazione elettronica digitale per l'elaborazione di segnali basata su dispositivi configurabili (microprocessori, DSP e FPGA). L'attività riguarda principalmente lo sviluppo, la prototipazione e l'ingegnerizzazione di architetture hardware, firmware e software per l'elaborazione digitale ad altissime prestazioni di segnali e dati con massivi trattamenti algoritmici in tempo reale.

I settori applicativi spaziano dal trattamento dell'informazione con rivelatori di radiazione all'elaborazione di segnali video e immagini, dal controllo digitale ai sistemi avionici. Tali attività sono per la maggior parte inquadrare in contratti industriali di ricerca e accordi di collaborazione con istituzioni scientifiche e hanno prodotto ad oggi un centinaio di pubblicazioni su riviste internazionali e su atti di congressi internazionali.

ATTREZZATURE

- Strumenti per la misura di segnali elettrici:

Oscilloscopi digitali con frequenze di campionamento fino a 2 Gsample/s

Generatore di pattern digitali programmabili a 64 canali con banda di 20 MHz

Analizzatore di stati logici con banda di 100 MHz

Alimentatori a bassa tensione e basso rumore

- Prototipazione PCB e montaggio circuiti integrati:

Il laboratorio ha a disposizione apparecchiature per la realizzazione di prototipi di circuiti stampati (un bromografo bifacciale a vuoto, una sviluppatrice e una macchina per solfato d'incisione SIT), per il montaggio di componenti SMD (microscopio stereoscopico e saldatore ad aria calda), per il bonding e packaging di circuiti integrati (macchina per Wedge bonding, una mini-camera ad atmosfera controllata, una macchina per il vuoto, un microscopio stereoscopico).

POLITECNICO DI MILANO

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Elettronica

SITO WEB

<http://risorse.dei.polimi.it/digital/>

Laboratorio NECST – Novel, Emerging Computing System Technologies

RESPONSABILE: Prof. Marco D. Santambrogio

COMPONENTI:

Giampaolo Agosta, Cesare Alippi, Anna Maria Antola, Cristiana Bolchini, Carlo Brandolese, Luca Breveglieri, Francesco Bruschi, Paolo Cremonesi, Fabrizio Ferrandi, William Fornaciari, Lorenzo Mezzalana, Gianluca Palermo, Gerardo Pelosi, Manuel Roveri, Fabio Salice, Maria Giovanna Sami, Marco Gribaudo, Marco D. Santambrogio, Donatella Sciuto, Giuseppe Serazzi, Cristina Silvano, Vittorio Zaccaria, Stefano Zanero

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il NECST Lab (Novel, Emerging Computing System Technologies Laboratory) raggruppa diverse linee di ricerca su argomenti avanzati di tecnologie per sistemi informatici, che spaziano dalle caratteristiche architetture, alle metodologie di disegno integrato hardware-software, alle problematiche di sicurezza e affidabilità delle architetture di sistema complesse (che variano in scala dai dispositivi mobili ai grandi data center virtualizzati). Inoltre, il laboratorio persegue le proprie tradizionali attività di ricerca nella definizione di metodologie e tecniche per la testabilità, l'autodiagnosi e la tolleranza ai guasti, sia per le architetture hardware sia per quelle hardware-software.

Alcuni argomenti di ricerca esemplificativi sono:

➤ Metodologie di design per le architetture di sistemi embedded

Questa linea di ricerca si focalizza sulla definizione di architetture per sistemi embedded con processori e bus che garantiscano bassi consumi di potenza ed elevate prestazioni, e di specifiche architetture per la classificazione e l'elaborazione dei segnali e delle immagini. La definizione di metodologie e framework software per il supporto allo sviluppo di sistemi hardware-software per applicazioni embedded nelle aree delle telecomunicazioni, industriali, veicolari e consumer caratterizzano le attività metodologiche. Un'attenzione speciale è rivolta alle metodologie di sviluppo per sistemi multiprocessore su chip (MPSoC), studiando le metodologie per modellare, simulare, progettare e ottimizzare tali architetture, sia in termini di prestazioni sia di consumo in potenza.

➤ Sicurezza dei sistemi

Ci focalizziamo sulla sicurezza informatica applicata, con un ampio spettro d'interessi. Principalmente ci concentriamo sull'analisi di malware e minacce, spaziando dall'automazione del reverse engineering dei campioni di malware allo studio delle minacce emergenti (nel social network, sui dispositivi mobili, nelle architetture cloud, nei sistemi cyber-fisici). Abbiamo un profondo interesse per ogni tipo di scenario realistico di attacco e di difesa. Inoltre, continuiamo a sviluppare la nostra linea di ricerca storica sui sistemi d'intrusion detection basati sull'individuazione di anomalie, applicando le nostre conoscenze a scenari emergenti quali gli utilizzi in ambito cloud, e applicando concetti chiave a domini applicativi diversi, come ad esempio la protezione dei dispositivi mobili.

➤ Sistemi riconfigurabili

Le architetture riconfigurabili sono un altro interessante campo d'applicazione (sia nei termini dei sistemi hardware che delle architetture multiprocessore cui sono aggiunti componenti software delle applicazioni). Lo studio di tali sistemi non riguarda solo la progettazione e lo sviluppo di nuove architetture, ma anche la definizione di nuove metodologie che siano in grado di tenere in conto la riconfigurabilità, interna o esterna, statica o dinamica, parziale o totale, nelle varie fasi di progetto dei sistemi embedded. Sono disponibili infrastrutture software, sviluppate nel laboratorio, che forniscono la base per lo sviluppo di nuovi tool di supporto al progettista di sistemi embedded.

➤ Sistemi operativi e tecnologie self-aware

Il "Self-Aware computing" è un'area di ricerca mirata a utilizzare il nuovo bilanciamento delle risorse per migliorare prestazioni, utilizzo, affidabilità e programmabilità, superando gli svantaggi imposti dall'aumentata complessità e dal carico di lavoro a essa connesso nei sistemi informatici moderni. Immaginate un sistema rivoluzionario, che può osservare la propria esecuzione e ottimizzare il proprio comportamento in base all'ambiente esterno, ai requisiti dell'utente e dell'applicazione. In quest'area desideriamo risolvere i principali requisiti alla realizzazione di quest'obiettivo, in altre parole: (i) la definizione di metodologie e strumenti per consentire a sviluppatori e utenti di specificare i comportamenti desiderati (ii) l'aggiunta di capacità di self-awareness ai dispositivi digitali, consentendo loro di misurare la distanza tra gli obiettivi e il comportamento corrente (iii) la definizione e l'analisi e l'implementazione dei componenti a livello di sistema operativo e di hardware che consentiranno ai dispositivi di modificare il proprio comportamento avvicinandosi agli obiettivi fissati.

➤ Tecnologie mobili in ambienti smart

I dispositivi mobili, grazie alla loro ubiqua presenza e alla loro crescente potenza di calcolo, possono diventare il punto d'interazione tra gli utenti e l'ambiente circostante. Tuttavia, gli attuali sistemi operativi mobili non hanno le capacità per prevedere e superare i cambiamenti interni e nell'ambiente esterno. L'integrazione di meccanismi di self-awareness e adattabilità negli smartphone di oggi è una prospettiva attraente. Inoltre i comportamenti adattativi possono migliorare la gestione da parte del dispositivo stesso delle risorse disponibili (ad esempio, la carica della batteria). L'area di ricerca ipotizza varie situazioni in cui un dispositivo mobile con queste capacità potrebbe interagire con l'ambiente circostante e supportare l'utente nella vita di tutti i giorni.

➤ Architetture crittografiche

Studiamo architetture crittografiche efficienti e sicure, che spaziano dal disegno integrato hardware-software per l'implementazione di algoritmi crittografici alla valutazione della loro resistenza contro attacchi hardware (come l'analisi in potenza o di resistenza a guasti).

➤ Valutazione delle prestazioni

POLITECNICO DI MILANO

Siamo interessati nella valutazione delle prestazioni e nella progettazione di sistemi di calcolo ad alte prestazioni. L'analisi è effettuata con strumenti di misura e metodi di modellazione matematica basati sulla teoria delle reti di code e sulla ricerca operativa. Le aree di particolare interesse corrente sono, specificamente, i modelli di prestazioni dei sistemi virtualizzati e di cloud computing.

➤ Televisione e video su tecnologia IP

Un'area d'interesse applicativo (anche grazie al supporto industriale) in cui s'incontrano la valutazione delle prestazioni e la progettazione per l'alta capacità da un lato, e dall'altro l'uso di un ampio spettro di sistemi e algoritmi intelligenti per fornire raccomandazioni all'utente su contenuti video di probabile interesse.

➤ Metodologie di progetto per RFId e reti di sensori

Questa ricerca ruota attorno agli aspetti metodologici, applicativi ed implementativi delle tecnologie RFId passive e delle reti di sensori wireless. Le tecnologie RFId passive con capacità sensoriali (SRFID) e di elaborazione (SPRFId) sono studiate sia a livello metodologico (es. autolocalizzazione, gestione del consumo in potenza) sia applicativo. Nel campo delle reti di sensori, la ricerca si focalizza sulla fornitura di energia (es. pannelli solari) e sull'integrazione di sensori ad hoc su piattaforme hardware, sull'autolocalizzazione dei nodi di rete sia indoor sia outdoor, sui meccanismi di ripartenza dei nodi a caldo o a freddo, e sulla definizione di algoritmi di routing a molti hop con gestione della localizzazione e del consumo in potenza. Le metodologie e i sistemi embedded sono orientati sia al mondo industriale, sia ad applicazione di sicurezza pubblica o privata.

Una parte di questo laboratorio è dislocata presso la sede del Politecnico del Polo di Lecco e si appoggia, per strumentazione specifica, al laboratorio di Misure Meccaniche e Termiche.

Ulteriori informazioni sono disponibili al sito <http://sagroup.elet.polimi.it>

ATTREZZATURE

Computing resources

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Architetture

SITO WEB

<http://necst.it/>

Laboratorio HOC

RESPONSABILE: Prof. Paolo Paolini

COMPONENTI:

Paolo Paolini, Franca Garzotto, Nicoletta Di Blas, Benedetta Marsigli, Diletta Apollonio, Barbara Di Santo, , Elena Maccari, Diego Peruselli, Aldo Torrebruno, Anna Torrebruno, Michela Negrini, Matteo Valoriani-

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

HOC è un laboratorio multidisciplinare “aperto” a ricercatori di diversa formazione: ingegneri informatici, grafici, ma anche esperti di comunicazione e eLearning. Le attività di HOC si dividono in tre settori:

- sviluppo di metodologie: le metodologie riguardano il design (HDM – linguaggio semiformale di progettazione, da cui sono derivate metodologie simili, in tutto il mondo; W2000 e infine IDM – Interactive Dialogue Model), l'usabilità (SUE e poi MiLE+) e l'accessibilità per i non vedenti (sviluppo di linee guida e strumenti per la costruzione di applicazioni accessibili non solo da un punto di vista “meccanico”, ma sostanziale).
- sviluppo di tecnologie: HOC è specializzato in tecnologie multimediali, con recente attenzione alla multicanalità. La costruzione di mondi 3D condivisi attraverso Internet, che consentano svariate forme di cooperazione tra gli utenti, è un'altra sfida tecnologica del laboratorio.
- realizzazione di progetti in diversi ambiti, in particolare eLearning (con riconoscimenti da parte del Ministero per l'Educazione Italiano) ed eCulture.

Coniugare tecnologia, creatività e comunicazione è la sfida di HOC.

Una parte delle attività è svolta presso la Scuola di Ingegneria di Como.

Nel corso delle sue attività, HOC ha collaborato con partners nazionali e internazionali di prestigio, tra cui: Intel, Microsoft, Epson, Fondazione Internazionale Accenture, il Ministero per la Cultura e il Turismo Siriano, gli Staatliche Museen di Berlino, il Museo di Israele, il San Francisco Museum of Modern Art, il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci" di Milano, il Museo Civico Archeologico di Milano, la Direzione Generale per le Antichità del Ministero per i Beni Culturali.

ATTREZZATURE

Postazioni di lavoro avanzate

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Dati, web e società

POLITECNICO DI MILANO

SITO WEB: <http://hoc.elet.polimi.it/hoc/>

Laboratorio di Bioinformatics and Web Engineering

RESPONSABILE

Prof. Stefano Ceri

COMPONENTI

Stefano Ceri, Marco Masseroli, Sara Comai, Piero Fraternali, Pier Luca Lanzi, Stefano Paraboschi, Fabio Schreiber, Letizia Tanca, Cristiana Bolchini, Daniele Braga, Marco Brambilla, Alessandro Campi, Emanuele Della Valle, Maristella Matera, Marco Tagliasacchi

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

In questo laboratorio studenti, dottorandi e ricercatori lavorano allo sviluppo di prototipi per la gestione, integrazione, condivisione e analisi di dati tramite sistemi informatici, con particolare applicazione all'ambito bioinformatico e del Web.

Le principali tematiche trattate sono:

- la rappresentazione dei dati
- i linguaggi che consentono l'aggiornamento, interrogazione, ricerca ed estrazione dei dati
- le architetture informatiche specializzate nella gestione, interrogazione e analisi dei dati.

L'attività di ricerca riguarda la definizione di modelli, metodologie e strumenti per la gestione efficace ed efficiente di grandi collezioni di dati e la loro interrogazione, mining e analisi per estrarre nuova conoscenza. Oltre che sulle tematiche tradizionali, l'attività di ricerca si concentra sullo sviluppo di sistemi informativi per il Web, e sulla costruzione di strumenti per comporre sistemi di ricerca ed estrazione dati sul Web (Search Computing) e nel Cloud, con particolare applicazione alla gestione, interrogazione e analisi di grandi moli di dati e informazioni biomediche e bioinformatiche, tra cui quelle derivanti dalle innovative tecnologie per il sequenziamento del DNA (Genomic Computing). Nella maggior parte dei casi, i risultati di ricerca vengono incorporati in applicazioni innovative e tool dimostrativi prototipali, resi pubblicamente disponibili sul Web.

Negli ultimi anni, la ricerca ha riguardato principalmente le seguenti linee di ricerca:

- **Search Computing:** un progetto finanziato da ERC che ha per obiettivo lo sviluppo di linguaggi e metodi per l'integrazione di dati guidati dal loro ranking. Le ricerche di informazioni vengono gestite tramite servizi che rendono accessibili fonti dati distribuite e eterogenee (<http://www.search-computing.it/>).

- **Genomic Computing:** incentrato sulla gestione e analisi di grandi quantità di dati genomici prodotti dalle tecnologie di nuova generazione per il sequenziamento del DNA. In collaborazione con IEO e IIT (<http://www.ifom-ieo-campus.it/>), ambisce a costruire una potente infrastruttura computazionale che possa processare i dati generati dalle macchine per il sequenziamento del DNA e permetta realizzare facilmente visualizzazioni, interrogazioni, analisi, mining e ricerche in collezioni di dati genomici distribuite e disponibili a livello mondiale. L'obiettivo è generare una infrastruttura computazionale standard, altamente efficiente, estendibile e facilmente utilizzabile – l'“Internet dei genomi” – per supportare gli scienziati nella ricerca genomica.

POLITECNICO DI MILANO

- **Gestione dei dati nei sistemi pervasivi:** incentrato sulla gestione e analisi di grandi quantità di dati prodotti dalle tecnologie pervasive di nuova generazione come reti di sensori, RFID, smart devices, reti sociali, propone metodi e modelli per la progettazione di sistemi adattativi basati sul contesto e di metodi di analisi orientati alla semplificazione dell'interazione dell'utente con grandi quantità di dati. Il progetto Green Move <http://gm.polimi.it/> ha usufruito di queste tecnologie.

Principali risultati di ricerca

GPKB – Genomic and Proteomic Knowledge Base (<http://www.bioinformatics.deib.polimi.it/GPKB/>) consente agli utenti di realizzare visualmente interrogazioni complessive su dati biomedici eterogenei integrati, anche molto numerosi; è basato sul Genomic and Proteomic Data Warehouse (GPDW), che abbiamo creato integrando informazioni fornite da varie banche dati biomediche-molecolari ben conosciute, tra cui: Entrez Gene, Homologene, MINT, IntAct, ExPASy Enzyme, GO, GOA, BioCyc, KEGG, Reactome e OMIM.

Bio-SeCo – Bio Search Computing (<http://www.bioinformatics.deib.polimi.it/bio-seco/seco/>) offre un ambiente integrato che semplifica la ricerca, esplorazione e combinazione basata su ordinamenti parziali di dati eterogenei forniti da servizi di ricerca registrati, e fornisce risultati globali che possono aiutare a rispondere a domande biomediche complesse multi argomento.

GFINDER – Genome Function INtegrated Discoverer (<http://www.bioinformatics.polimi.it/GFINDER/>) è un sistema per scoprire, usare ed estrarre una grande quantità di informazioni genomiche da database online eterogenei e distribuiti per sostenere l'interpretazione biomedica di esperimenti biomolecolari ad alta produttività.

PerLa – PERvasive Language (<http://perlawsn.sourceforge.net/index.php>) propone un linguaggio e un middleware per la gestione dei dati nei sistemi pervasivi.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Dati, web e società

SITO WEB

<http://dbgroup.elet.polimi.it/>

Laboratorio di intelligenza artificiale e robotica - AIRLab

RESPONSABILE: Prof. Andrea Bonarini

COMPONENTI:

Andrea Bonarini, Marco Colombetti, Francesco Amigoni, Vincenzo Caglioti, Giuseppina Gini, PierLuca Lanzi, Nicola Gatti, Daniele Loiacono, Matteo Matteucci, Marcello Restelli, Viola Schiaffonati, Giulio Fontana

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio è stato fondato nel 1973 da Marco Somalvico per il supporto alle attività di ricerca e didattica di ricercatori, docenti e studenti nei settori dell' Intelligenza Artificiale, della Robotica e della Visione Artificiale. In particolare, le principali attività che vi si svolgono riguardano:

- Progettazione e sviluppo di robot autonomi per applicazioni di servizio, industriali, di intrattenimento, per esplorazione, per edutainment e per riabilitazione
- Sistemi di prototipizzazione rapida di robot
- Sviluppo di robot biomimetici e umanoidi
- Benchmarking di robot autonomi
- Visione artificiale per applicazioni robotiche e industriali
- Analisi e interpretazione dati sensoriali e fusione multi-sensoriale
- Analisi intelligente di dati, inclusi bio-segnali
- Agenti autonomi e sistemi multi-agente, con applicazioni nei sistemi di contrattazione automatica, nei sistemi museali, nell'interpretazione dei dati sensoriali, nell'esplorazione e l'operazione in ambienti sconosciuti, nel supporto alle funzionalità del corpo umano, nel monitoraggio, supervisione e controllo ambientale
- Modelli di comunicazione tra agenti
- Social software e semantic web
- Interfacce uomo-macchina intelligenti, incluse interfacce computer-cervello (Brain-Computer Interfaces – BCI) e interfacce emotive
- Applicazioni di soft computing: controllo fuzzy, modelli fuzzy, reti neurali, algoritmi genetici
- Data mining
- Apprendimento automatico
- Teoria dei Giochi Computazionali (Algorithmic Games)
- Sistemi basati sulla conoscenza per applicazioni di supporto alle decisioni, diagnosi, modellazione e predizione di nuovi composti
- E-Science e bio-informatica
- Affective computing e rilevamento delle emozioni
- Progettazione di videogames e robogames, con uso di tecniche di intelligenza computazionale

Presso le 3 sedi del laboratorio sono a disposizione più di 20 robot (sia su ruote, sia volanti, sia biomimetici, in larga parte realizzati all'interno del laboratorio) un'officina meccanica ed elettronica, e una ricca dotazione di sensori e

POLITECNICO DI MILANO

sistemi di elaborazione che include, tra l'altro, un'appartamento domotico, e un sistema per l'analisi precisa del movimento (Optitrack).

ATTREZZATURE

- Robot mobile a bilanciamento TiltOne
- Robot mobile a bilanciamento TiltIno
- Robot mobile indoor/outdoor Robocom
- Robot mobile omnidirezionale Triskar2 (configurabile in diverse modalita' incluso E-2? Per esibizioni e magazzini)
- Robot mobile omnidirezionale Triskar-S1 per applicazioni di interazione emozionale
- Robot mobile omnidirezionale Triskar-S2 per giochi con bimbi autistici
- Robot Mobile omnidirezionale Triskar3
- 4 carrozzine elettriche autonome (incluso RBWC)
- 4 droni volanti di cui 2 autonomi
- Quadrupede Warugadar
- LionHell McMillan All Terrain Whег Robot
- Robot umanoide Nao
- 2 automobili veloci per robogames (1 autonomous)
- Molti piccoli robot a ruote

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Intelligenza artificiale e robotica (Artificial Intelligence and Robotics)

SITO WEB

<http://airlab.ws.dei.polimi.it>

Laboratorio DEEPSE – Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering

RESPONSABILE: Prof. Carlo Ghezzi

COMPONENTI:

Carlo Ghezzi, Alfonso Fuggetta, Dino Mandrioli, Angelo Morzenti, Pierluigi San Pietro, Luciano Baresi, Gianpaolo Cugola, Elisabetta Di Nitto, Raffaella Mirandola, Matteo Pradella, Danilo Ardagna, Mauro Caporuscio, Salvatore Distefano, Sam Jesus Alejandro Guinea Montalvo, Luca Mottola, Matteo Rossi, Marcello M. Bersani, Michele Ciavotta, Daniel J. Dubois, Joel Greenyer, Giordano Tamburrelli

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio ha lo scopo di fornire a studenti, tesisti e dottorandi attrezzature adeguate per lo sviluppo di tesi e per la ricerca nell'ambito dell'ingegneria del software. L'elevato numero di persone e interessi scientifici che gravitano attorno al gruppo di ricerca permettono lo studio e l'approfondimento di svariate attività, tra queste:

- Lo studio e lo sviluppo di strumenti per la gestione delle configurazioni di prodotti software complessi e per facilitare la collaborazione tra i membri del team di progetto;
- L'utilizzo di tecniche e metodi formali per la verifica di sistemi software complessi nelle diverse fasi del loro processo di sviluppo.
- La studio e la realizzazione di tecniche model-driven per la realizzazione di sistemi software complessi.
- Lo studio di modelli e tecniche per l'analisi delle proprietà non funzionali, per il dimensionamento e l'ottimizzazione di sistemi software altamente distribuiti.
- Lo studio di architetture software decentrate e dinamiche, ad esempio basate sul paradigma a servizi.
- L'analisi e la definizione di applicazioni autonome.
- La definizione e realizzazione di tecniche di integrazione per componenti Web 2.0.
- Lo sviluppo di middleware per la distribuzione delle informazioni e della computazione all'interno di reti dinamiche.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Metodologie e architetture software avanzate

SITO WEB

<http://deepse.dei.polimi.it/>

Laboratorio ARCSLAB (Adaptable, Relational and Cognitive Software Environments)

RESPONSABILE: Prof.ssa Licia Sbattella

COMPONENTI:

Licia Sbattella, Roberto Tedesco, Alessandro Trivilini, Sonia Cenceschi

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Nel laboratorio ARCSLAB studenti e ricercatori studiano i modelli e le tecnologie legate allo sviluppo di sistemi adattativi, cognitivi e relazionali.

Alcuni temi di ricerca sono:

- L'accesso multicanale alle informazioni e ai servizi in rete
- La comunicazione e narrazione multimodale
- I contesti virtuali per la riabilitazione e la formazione
- Il trattamento automatico della lingua
- Particolare attenzione viene prestata alle applicazioni per la fragilità, il disagio e la disabilità

ATTREZZATURE

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Metodologie e architetture software avanzate

SITO WEB

<http://arcslab.dei.polimi.it/>

Laboratorio Linux

RESPONSABILE: Prof. Chiara Francalanci

COMPONENTI:

Chiara Francalanci

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

L'attività di ricerca del laboratorio riguarda i temi tipici dell'area sistemi informativi, ovvero tutti i problemi che si incontrano in fase di pianificazione e di studio di fattibilità dei sistemi informatici. Tali problemi sono affrontati con riferimento a diverse classi di tecnologia (hardware, software, reti), o soluzioni tecniche specifiche (ad esempio, application-oriented networking o social media) e con particolare attenzione alla valutazione dei costi di soluzioni tecniche alternative. Il laboratorio ospita inoltre una piattaforma per la condivisione di strumenti di simulazione scientifica.

ATTREZZATURE

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Sistemi informativi

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=36&id_sezione=3

Laboratorio per le Tecnologie Assistive ATGLab (Assistive Technology Laboratory) – COMO

RESPONSABILE: Prof. Fabio Salice

COMPONENTI:

Coordinamento: Fabio Salice, Sara Comai, Matto Matteucci

Membri permanenti: Andrea Bonarini, Matteo Cesana, Massimo Duroni (Design, Interior Design), Piero Fraternali, Giuseppe Pozzi, Luigi Piroddi, Alessandro Redondi, Licia Sbattella, Marco Tagliasacchi, Roberto Tedesco, Roberto De Paolis (Design, Ethical Design)

Membri temporanei: Hassan Saidinejad (Ph.D. Student), Fabio Veronese (Ph.D. Student, Alessandro Trivilini (Ph.D. Student), Simone Mangano (AdR)

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio è stato fondato nel 2009 da Fabio Salice per il supporto alle attività di ricerca e didattica di ricercatori, docenti e studenti nel settore delle tecnologie assistive per soggetti fragili, con particolare attenzione agli anziani e alla disabilità cognitiva lieve. Il laboratorio sviluppa la sua attività considerando il bisogno al centro di ogni sua iniziativa e perseguendo la seguente missione: identificare, distribuire, implementare promuovere, e applicare metodi innovativi legati all'ICT per lo sviluppo di soluzioni per le fragilità (disabili, anziani, ...) e per l'inclusione digitale, che garantiscano il recupero delle funzionalità, l'integrazione sociale, le uguali opportunità, l'autodeterminazione e la qualità della vita.

In particolare, le principali attività che vi si svolgono riguardano:

- Progettazione e sviluppo d'interfacce per il controllo in ambienti indoor e per la comunicazione.
- Progettazione e sviluppo di sistemi di rilevazione adatti al monitoraggio dei soggetti fragili in ambienti indoor.
- Analisi e interpretazione dati sensoriali e fusione multi-sensoriale per la caratterizzazione del comportamento e delle variazioni di comportamento in soggetti fragili in ambiente indoor
- Sviluppo di metodi per la rilevazione concorrente sia dell'errore umano sia di quello HW in ambienti indoor
- Visualizzazione semantica dei dati
- Analisi, progettazione e sviluppo di Social software rivolto alla valorizzazione della socializzazione all'inclusione sociale
- Interfacce adattive
- Progettazione e sviluppo di strumenti HW/SW per il supporto alle fragilità motorie

Presso la sede di Como è disponibile una dotazione di sensori (wired e wireless) e piattaforme di elaborazione.

ATTREZZATURE

- Nodi sensore wireless Mica-z, Iris – Shimmer2
- Lettori RFID e Tag
- Sensori e attuatori Z-Wave (Eversping, AEON LAB, Fibaro, Danfoss)

POLITECNICO DI MILANO

- Piattaforme Raspberry Pi, Arduino
- Sensori (prossimità, forza, peso, temperatura, luminosità, gas, flessione, ...)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Architetture - Dati, web e società - Intelligenza artificiale e robotica - Metodologie e architetture software avanzate

SITO WEB

<http://atg.deib.polimi.it/>

Laboratorio WEMSY

RESPONSABILE: Prof. Cesare Alippi

COMPONENTI: Cesare Alippi, Dario Cogliati, Maurizio Bocca, Gabriele Viscardi, Manuel Roveri, Giacomo Boracchi

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio si occupa di progettazione hardware/software e realizzazione di sistemi dedicati (noti anche come sistemi embedded).

Le aree tematiche di ricerca sono:

- progettazione e realizzazione di sistemi wireless
- sistemi di monitoraggio
- tracciamento RFID
- sistemi di cancellazione del rumore
- controlli automatici
- pattern recognition
- analisi dati

ATTREZZATURE

- oscilloscopio digitale
- analizzatore di stati logici
- generatore di segnali
- alimentatore controllato
- stazione di reworking
- forno a rifusione
- macchina pick and place

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Informatica (Computer Science and Engineering)

Linea di ricerca: Architetture

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=36&id_sezione=3

Laboratorio di Sound and Music Computing

RESPONSABILE: Prof. Augusto Sarti

COMPONENTI:

Augusto Sarti, Marco Tagliasacchi

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Situato a Como, il Sound and Music Computing Lab è stato fondato nel 2006 dal gruppo Image and Sound Processing (ISPG) del Dipartimento di Elettronica ed Informazione, con l'aiuto ed il supporto del Polo Regionale di Como. Il laboratorio raccoglie l'esperienza del laboratorio ISPG in area audio e supporta alcune delle attività didattiche dell'orientamento "Sound Engineering and Design" della Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica, con attività nei vari progetti di ricerca in queste aree.

Il laboratorio SMC è composto da:

- Studio di registrazione sperimentale (StudioLab) – un ambiente di circa 120 metri quadrati con acustica controllata che ospita strumenti musicali tradizionali (fra cui un pianoforte a coda e un set di percussioni), strumenti musicali elettronici e virtuali. La sala di controllo è equipaggiata di un sistema di registrazione multicanale su hard-disk che comprende un mixer digitale a 48 canali (Yamaha 02R96V2) collegato sia a un registratore digitale dedicato (Alesis HA24, 24 canali a 96 kHz e 24 bit) che a PC ad alte prestazioni dotato di schede audio avanzate (32 canali full-duplex, 192KHz, 24 bit). Lo studio comprende anche diversi multieffetti, patch bays e controllori MIDI.
- Rendering room – stanza fonoisolata semi-anecoica, per esperimenti di rendering acustico ed audio/video. La stanza è completamente rivestita di materiale fortemente fonoassorbente la cui acustica può essere alterata con pannelli diffusivi. Il comportamento quasi anecoico permette esperimenti di resa olofonica basata su schiere di altoparlanti e di ripresa di campi acustici in olofonia.
- Reverberating room – stanza riverberanti con pareti riflettenti riconfigurabili, per esperimenti di ricostruzione acustica di ambienti.
- Open Space: laboratorio polifunzionale dotato di numerose postazioni PC, tastiere MIDI e schede di acquisizione multicanale. Questo laboratorio copre una vasta area di applicazioni che richiedono sviluppo software. Attualmente gli sforzi sono concentrati principalmente su tecniche di elaborazione spazio-temporale del segnale basate su schiere di microfoni (per la localizzazione, l'inseguimento e la separazione di sorgente), schiere di altoparlanti (puntamento di fasci acustici, Wavefield synthesis geometrico, etc.), sintesi musicale e analisi di suono e voce. Sono anche disponibili sistemi per applicazioni nel settore dello Human Computer Interaction con applicazioni musicali. Fra questi si elencano un Reactable (tavolo multi-touch di ampie dimensioni), sensori di movimento (giroscopi, accelerometri triassiali, tracker), videocamere ad alte prestazioni, strumenti di controllo per applicazioni di gaming (joystick, gamepad e Wii), piattaforme per lo sviluppo di prototipi di sensori intelligenti HW e SW (Arduino, Wiring, Eobody, I-CubeX).

POLITECNICO DI MILANO

ATTREZZATURE

Oltre alle attrezzature sopra elencate, è presenti un sistema mobile di convertitori A/D e D/A a 32+32 canali full-duplex (192KHz, 24 bit) con preamplificatori ad alte prestazioni. Sono poi presenti schiere di microfoni da misura, schiere di casse acustiche ad alte prestazioni, un sistema di amplificatori audio di potenza a 32 canali, e un sistema completo per la misura di Head-Related Transfer Function (risposta acustica del corpo dell'ascoltatore) con movimentazione automatica della schiera di altoparlanti.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Elaborazione dei segnali per multimedia e telecomunicazioni

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=56&id_sezione=4

Laboratorio wireless systems (WISYLAB)

RESPONSABILE: Prof.ssa Monica Nicoli, Prof. Umberto Spagnolini

COMPONENTI:

Monica Nicoli, Umberto Spagnolini

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il laboratorio WisyLab (Wireless Systems Laboratory) si svolgono attività di ricerca, simulazione, progetto e sviluppo, relative alla sperimentazione del livello fisico (PHY) di sistemi di comunicazione wireless e all'implementazione su dispositivi DSP/FPGA mediante tecniche SDR (Software Defined Radio). Le attività riguardano sia i sistemi radiomobili cellulari (GSM, UMTS, WiMax, LTE) che i sistemi radio a corto raggio (WiFi, ZigBee, UWB).

Per la progettazione e lo sviluppo si utilizzano ambienti di programmazione Matlab, Simulink, C/C++, LabView e strumenti di progettazione per DSP e FPGA. Un sistema di sperimentazione MIMO con 2x2 nodi (scalabile fino a 4x4 nodi), completo di convertitori e analizzatori/generatori RF è stato sviluppato in collaborazione con il CNR.

Negli ultimi anni le attività sono state incentrate sullo sviluppo di tecniche cooperative per la trasmissione e l'elaborazione di dati in reti wireless peer-to-peer per il monitoraggio e il controllo di sistemi complessi. In particolare sono stati realizzati sistemi prototipali basati su reti di sensori wireless IEEE802.15.4 a 2.4GHz, per il monitoraggio di piattaforme industriali critiche (raffinerie petrolifere e reti ferroviarie), la domotica, la radio-localizzazione (attiva o passiva) di utenti mobili in ambienti indoor, il monitoraggio della mobilità per i sistemi di trasporto intelligenti, l'esplorazione sismica con geofoni wireless.

ATTREZZATURE

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Elaborazione dei segnali per multimedia e telecomunicazioni

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=46&id_sezione=4

Laboratorio di Image and Sound Processing (ISPLab)

RESPONSABILE: Prof. Marco Marcon, Prof. Augusto Sarti, Prof. Stefano Tubaro

COMPONENTI:

Marco Marcon, Augusto Sarti, Stefano Tubaro

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Presso il laboratorio ISPLab (Image and Sound Processing Lab) si svolgono diverse attività di ricerca finalizzate all'analisi multi vista per la ricostruzione 3D (oggetti, volti, ambienti) e l'analisi comportamentale (classificazione e riconoscimento dei gesti). In particolare è presente un ambiente denominato smart-space nel quale è possibile analizzare l'azione di un individuo tramite un insieme di telecamere e, mediante la ricostruzione in tempo reale di un modello 3D, è possibile riconoscere, con tecniche avanzate di Pattern Recognition, le azioni eseguite. Scopo di tale ricerca è fornire un utile ausilio per l'analisi comportamentale in diversi contesti reali quali situazioni di pericoli in contesti affollati, tele-assistenza ad anziani e disabili o riconoscimento di comportamenti sospetti in ambienti a rischio. Per quanto concerne la ricostruzione 3D di oggetti da viste multiple particolare risalto hanno le tecniche di ricostruzione 3D del volto finalizzate a realizzare dei motori di riconoscimento facciale che siano robusti a variazioni di posa ed illuminazione del volto stesso. Vengono inoltre studiate tecniche innovative per la localizzazione ed il riconoscimento dell'iride da immagine singola.

Altre attività del laboratorio riguardano: la codifica video (Scalable Video Coding, Distributed Source Coding); la pattern recognition per video sorveglianza (localizzazione di oggetti, tracking e classificazione per applicazioni di sicurezza); l'analisi del suono (localizzazione, separazione, inseguimento e classificazione di sorgenti sonore); la produzione di suoni (elaborazione e sintesi di suoni musicali) e l'elaborazione (modellazione della propagazione del suono, rendering acustico ambientale in tempo reale); l'analisi vibrazionale nei solidi (localizzazione ed inseguimento del tocco per interazione uomo-macchina).

ATTREZZATURE

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Elaborazione dei segnali per multimedia e telecomunicazioni

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=51&id_sezione=4

Laboratorio di compatibilità elettromagnetica "C.E.S.A.R.E."

RESPONSABILE: Prof. Gian Guido Gentili

COMPONENTI:

Michele D'amico

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio CE.S.A.R.E. (CEntro Studi Applicazioni Radio Elettriche) nasce in risposta alle crescenti problematiche di compatibilità elettromagnetica che molte aziende hanno dovuto affrontare negli ultimi anni. Il principale intento è quello di fornire assistenza alla piccola e media impresa in merito a problematiche di compatibilità elettromagnetica, la valutazione dell'esposizione umana a campi elettromagnetici ambientali oltre alla formazione del personale tecnico. Nel settore della compatibilità elettromagnetica, il laboratorio è disponibile sia per effettuare misure di pre-qualifica, sia per interventi a livello di progettazione, per collaborare alla risoluzione di eventuali problemi riscontrati su di un prototipo, mettendo a disposizione le conoscenze e l'esperienza dei docenti e dei tecnici del DEI.

Il laboratorio CE.S.A.R.E. è dotato di una camera semianecoica (di dimensioni 7 x 4 x 3,5 m e frequenze di funzionamento comprese tra i 26 MHz e i 18 GHz) per prove di compatibilità elettromagnetica a 3 m, corredata della strumentazione necessaria per effettuare le prove di emissione e di immunità radiata e condotta in conformità alle normative vigenti.

Il laboratorio è situato presso il Polo Scientifico Tecnologico Lombardo (PSTL) di Busto Arsizio.

ATTREZZATURE

Strumentazione di test EMC:

- Generatore di segnale - Rohde & Schwarz SML03 (9 kHz – 3,3 GHz)
- Generatore di disturbi - EM Test 500-M4-ESD con CDN integrata
- Ricevitore - Rohde & Schwarz Espi 7 (9 kHz – 7 GHz)
- Amplificatore - Schaffner CBA 9413 (140-60 W, 80 MHz – 1 GHz)
- Amplificatore - Schaffner CBA 9425 (30 W, 100 kHz – 230 MHz)
- Antenna bilog - Schaffner CBL6141A (30 MHz – 2 GHz)
- Power meter - Rohde & Schwarz NRVD (100 pW – 20 mW)
- Sensore isotropico - Schaffner EMC20 (100 kHz – 3 GHz)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Elettromagnetismo applicato

SITO WEB: <http://risorse.dei.polimi.it/emclab/>

Laboratorio di ricerca sperimentale di reti radio e sistemi embedded interconnessi (ANTLab)

RESPONSABILE: Prof. Antonio Capone, Prof. Matteo Cesana

COMPONENTI:

Docenti: Antonio Capone, Flaminio Borgonovo, Matteo Cesana, Ilario Filippini,

Post-docs: Antimo Barbato, Razvan Pitic, Alessandro Redondi.

PhD students: Luca Giovanni Gianoli, Silvia Boiardi, Vincenzo Sciancalepore, Amine Barkat, Sonda Bousnina, Michele Mangili, Luca Baroffio

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Advanced Network Technology Lab (ANTLab) è un laboratorio di ricerca composto da 4 docenti di ruolo e in media circa 10 tra dottorandi, post-doc e assegnisti. Inoltre, 15-20 studenti di laurea magistrale vi svolgono la loro tesi finale. Il gruppo di ricerca ha solide e riconosciute competenze su reti a pacchetto e negli ultimi dieci anni ha focalizzato le attività su:

- Wireless Internet
- Internet of Things
- Internet of Energy

Le metodologie di ricerca sono basate su modelli matematici per la valutazione delle prestazioni e l'ottimizzazione, strumenti di simulazione ad hoc e implementazione prototipale su dispositivi embedded interconnessi. Il laboratorio ha forti e attive collaborazioni con molte aziende e centri di ricerca internazionali ed è finanziato da contratti di ricerca industriali e da progetti

di ricerca locali, nazionali ed europei. La qualità della ricerca svolta è testimoniata da un grande numero di pubblicazioni scientifiche in riviste e congressi internazionali.

ATTREZZATURE

Il laboratorio dispone di postazioni terminali per l'accesso ai mezzi di calcolo costituiti da una decina di server multiprocessore con software di calcolo per modelli di ottimizzazione e simulazione. Inoltre, il laboratorio dispone di un buon numero di schede sperimentali per reti di sensori ed attuatori.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Reti di telecomunicazioni

SITO WEB

<http://antlab.elet.polimi.it/>

Laboratorio BONSAI (Broadband Optical Networks, Security, and Advanced Internet)

RESPONSABILE: Prof. Paolo Giacomazzi, Prof. Guido Alberto Maier, Prof. Giacomo Verticale

COMPONENTI:

Paolo Giacomazzi, Guido Alberto Maier, Giacomo Verticale, Achille Pattavina, Massimo Tornatore e Stefano Bregni

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Nel laboratorio BONSAI si svolgono attività di ricerca e sperimentazione inerenti a tre principali filoni:

- Broadband Optical Switching
 - Si studiano le problematiche inerenti alle reti ottiche e alla commutazione ottica. In particolare, l'attività sulle reti ottiche verte su: definizione di modelli, simulazione e progetto di rete, interoperabilità di apparati, trasparenza ottica, piano di controllo, distribuzione del sincronismo e analisi di rumore di sincronizzazione. L'attività su commutazione verte su: architetture di commutazione ottica, sistemi di commutazione Giga-Ethernet sincroni e ottici per applicazioni metro e core, sottosistemi di sincronizzazione dei nodi ottici, optical backplane e interconnessione ottica.
 - Le attrezzature a supporto dell'attività sulla rete ottica sono computer dedicati principalmente ad attività di simulazione.
 - A supporto dell'attività su commutazione ottica è stato allestito un laboratorio hardware equipaggiato con prototipi di switch optoelettronici e router sincroni.
- Protocol recognition
 - In ambiente controllato si genera e raccoglie traffico rappresentativo delle applicazioni che si vogliono successivamente identificare, ad esempio navigazione web, streaming peer-to-peer audio e video, intrusioni ecc.
 - Si valutano le prestazioni di algoritmi di classificazione basati su tecniche di Machine Learning; si propongono le metriche da usare per la classificazione e si effettuano miglioramenti agli algoritmi esistenti per ottimizzarne le prestazioni.
 - Si progettano ed implementano architetture per la classificazione del traffico in tempo reale e se ne valutano le prestazioni.
- Transport with Quality of Service of multimedia contents
 - Si studiano le problematiche inerenti al trasporto di contenuti multimediali su Internet, sia nei segmenti di rete fissa che nei segmenti di rete radio (WLAN, WIMAX). Si propongono e analizzano nuovi metodi di resource planning, admission control, traffic policing, shaping e scheduling per garantire in modo efficace la qualità del servizio end-to-end. Si considera anche l'efficienza del trasporto, avendo come obiettivo la minimizzazione della banda necessaria per ottenere i requisiti end-to-end di qualità.

POLITECNICO DI MILANO

- Si studiano traffici di tipo multimediale anche di tipo particolarmente complesso, come il traffico video codificato in MPEG4 o in Multiple Description Coding, che è caratterizzato da componenti long-range dependent particolarmente complesse da trattare nella catena del resource provisioning.
- Si analizzano le architetture di P2P streaming video per individuare dei sistemi di rewarding degli utenti con connessioni più stabili, computer più potenti e banda del collegamento maggiore, in modo tale da dare più capacità e stabilità all'albero overlay di distribuzione dei media.

ATTREZZATURE

- Synchronous Optoelectronic Packet-Switching Prototype
- Time-Driven Priority Router Prototype
- Time-Driven Switching Testbed

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Reti di telecomunicazioni

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=52&id_sezione=4

Laboratorio di Geofisica e Telerilevamento SAR (GEOSAR)

RESPONSABILE: Prof. Giancarlo Bernasconi, Prof. Andrea Monti-Guarnieri, Prof. Claudio Maria Prati

COMPONENTI:

Giancarlo Bernasconi, Andrea Monti-Guarnieri, Claudio Maria Prati, Fabio Rocca.

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Nel laboratorio GEOSAR si effettuano studi e sviluppi di sistemi e tecniche di telerilevamento mediante RADAR elettromagnetici ed acustici e SONAR.

Mediante l'elaborazione di dati geofisici si generano immagini del sottosuolo per l'esplorazione petrolifera, l'analisi non distruttiva di costruzioni, la localizzazione di oggetti sepolti, il monitoraggio passivo di sorgenti sismiche, la localizzazione di discontinuità geologiche.

La lunga esperienza maturata nel campo dell'elaborazione geofisica è stata applicata negli ultimi vent'anni allo sfruttamento di sistemi radar ad apertura sintetica satellitari e a terra.

Nel laboratorio sono studiate e sviluppate le tecniche SAR più avanzate, quali la generazione di immagini alle microonde, l'osservazione di deformazioni del terreno, subsidenze e frane e la progettazione di nuovi sistemi per le future generazioni di radar SAR satellitari e aviotrasportati

ATTREZZATURE

14 up-to-date Linux Workstations (LINUX)

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Telerilevamento

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=53&id_sezione=4

Laboratorio PoliCom – Optical Communications Lab

RESPONSABILE: Prof. Pierpaolo Boffi

COMPONENTI:

Lucia Marazzi, Paola Parolari, Paolo Martelli, Maddalena Ferrario, Marco Mattarei, Marco Brunero, Jacopo Morosi

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

PoliCom (POLItecnico Comunicazioni Ottiche Milano) è un Laboratorio del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, DEIB, che opera con personale strutturato e con assegnisti, dottorandi e collaboratori del Dipartimento. Il Laboratorio PoliCom è nato per consolidare, coordinare e promuovere le competenze del Dipartimento nell'area delle Comunicazioni Ottiche con un approccio multidisciplinare e integrato.

Il Laboratorio PoliCom è nato sulla continuità di CoreCom (il Consorzio di Comunicazioni Ottiche del Politecnico di Milano e della Pirelli Cavi e Sistemi che, secondo quanto programmato, ha cessato le attività nel 2008 dopo 13 anni dalla fondazione, e da cui ha ereditato le attrezzature di laboratorio e parte del Personale di Ricerca.

L'attività di ricerca del Laboratorio PoliCom si concentra nello sviluppo e sperimentazione di nuove soluzioni nel campo dei sistemi in fibra ottica sia per applicazioni nella rete di trasporto che per l'accesso "ottico" con particolare attenzione verso tecniche di multiplazione (di lunghezza d'onda, di polarizzazione, di modo) atte ad aumentare la capacità trasportata. Inoltre il Laboratorio PoliCom studia nuove fibre ottiche e le loro applicazioni sia nel campo delle comunicazioni che della misura, con lo sviluppo di originali sensori in fibra ottica per uso industriale.

ATTREZZATURE

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

SITO WEB

<http://policom.dei.polimi.it/>

Stazione Sperimentale di Spino d'Adda

RESPONSABILE: Prof. Michele D'Amico

COMPONENTI:

Carlo Capsoni, Michele D'Amico, Lorenzo Luini, Carlo Giuseppe Riva

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

La stazione sperimentale di Spino d'Adda rappresenta uno dei più importanti siti sperimentali in Italia (e nel mondo) per gli studi di propagazione delle onde radio in collegamenti spazio-terra. Ospita strumentazione di proprietà del Politecnico di Milano, dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dell'IEIT-CNR (Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione delle Telecomunicazioni-Sezione di Milano – Consiglio Nazionale delle Ricerche). La stazione sperimentale è operativa dal 1979 e negli anni ha preso parte ai più importanti esperimenti di propagazione (Sirio, Olympus, Italsat e ora Alphasat), consentendo l'acquisizione di misure di attenuazione e depolarizzazione a frequenza comprese fra 11 e 50 GHz, oltre a misure di distorsione di fase e ampiezza intorno a 40 GHz. Sono inoltre state condotte estese campagne di misure radiometriche per applicazioni di propagazione e remote sensing.

Il radar meteorologico è stato utilizzato nel recente passato anche per applicazioni ambientali, quali fornitura in tempo reale di mappe di pioggia alla Regione Lombardia (per scopi di protezione civile) e per lo studio della migrazione degli uccelli.

ATTREZZATURE

I più importanti strumenti sono:

- Stazione rice-trasmittente satellitare operante alle frequenze di 20, 40 e 50 GHz
- Radiometri (singolo canale a 13 GHz e profilatore multifrequenza a 14 canali)
- RADAR Meteorologico (Doppler) in banda S
- Sensore rilevatore di fulmini (connesso alla rete LINET)
- Pluviometri e stazione meteorologica

AREA DI RICERCA AFFERENTE: Telecomunicazioni

SITO WEB: <http://risorse.dei.polimi.it/ApEMG/spinoX.html>

Laboratorio di Acustica Musicale

RESPONSABILE: Prof. Augusto Sarti

COMPONENTI

- Prof. Augusto Sarti (Prof. Associato), D.R. Fabio Antonacci (RTD-A), D.R. Massimiliano Zanoni (Post-Doc), D.R. Antonio Canclini (Post-Doc), D.R. Dejan Markovic (Post-Doc), Ing. Alessandro Liberatore (assegnista di ricerca)
- Prof. Roberto Corradi (Prof. Associato, Dip. di Ingegneria Meccanica)

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Il laboratorio è situato a Cremona, all'interno del Palazzo dell'arte, sede del prestigioso Museo del Violino. Nato nel 2013 dalle competenze del gruppo Image and Sound Processing Group (ISPG) del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria (Deib) del Politecnico di Milano, con la collaborazione del Dipartimento di Meccanica, e con il contributo finanziato dalla Fondazione Arvedi Buschini e dalla Fondazione Cariplo (Progetto Distretto Culturale di Cremona). Il laboratorio opera in stretta collaborazione con il "Laboratorio Arvedi di analisi diagnostiche non invasive" dell'Università di Pavia, con il quale condivide parte degli spazi. Il laboratorio raccoglie l'esperienza del gruppo ISPG in ambito audio, acustica computazionale, e *machine intelligence*, nonché l'esperienza del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano in materia di analisi vibroacustiche, e si occupa del miglioramento della qualità degli strumenti musicali acustici (in particolare degli strumenti di liuteria classica e contemporanea) e degli ambienti di ascolto.

Il laboratorio di Acustica Musicale è composto da:

- **Rendering room** – stanza di 8m x 5m fono-isolata e vibro-isolata con comportamento semi-anecoico, per acquisizioni/misure timbriche e acustiche, che per esperimenti di resa acustica in audio spaziale. La stanza è sospesa su vibro-assorbitori, ed è completamente rivestita di materiale fonoassorbente su ampio range di frequenza. L'acustica interna è modificabile con pareti riflettenti riconfigurabili, per esperimenti di ricostruzione acustica di ambienti e di registrazione in diverse condizioni di risposta dell'ambiente. Il comportamento quasi anecoico permette esperimenti di resa olofonica basata su schiere di altoparlanti e di cattura spaziale di campi acustici. La rendering room ospita anche un sistema di rendering Ambsonic composto da una sfera 32 casse acustiche ad alte prestazioni per ascolti musicali immersivi.
- **Laboratorio per analisi vibrazionale e modellazione 3D** – laboratorio polifunzionale dotato di tutta la strumentazione necessaria per acquisire modelli 3D ad alta risoluzione di strumenti musicali; misurarne e modellarne il comportamento vibratorio; e stimarne il comportamento radiativo. Per

quanto riguarda la modellazione 3D, il laboratorio è dotato di un laser scanner per la scansione di oggetti di grandi dimensioni, spessimetri, e software avanzato per la modellazione di superfici (sia in modalità *patchwork* che *levelset*). Per quanto riguarda l'analisi vibratoria e acustica, il laboratorio è dotato di una vasta gamma di sensori accelerometrici calibrati, martelletti calibrati, etc. e di un vibrometro a interferometria laser per analisi non invasive. Il laboratorio dispone anche di un sistema di cattura a 64 microfoni da misura per riprese olofoniche di campi acustici in prossimità (ricostruzione non invasiva nearfield del comportamento vibro-acustico di tavole armoniche e superfici radianti).

- **Control room** – dotata di apparecchiature mobili per la ripresa in alta qualità/risoluzione di eventi live in audio spaziale. Oltre a sistemi di mixing e microfoni professionali ad alte prestazioni, il laboratorio è dotato anche di un Eigenmike, camera acustica integrata a 32 capsule microfoniche per il controllo di microfoni virtuali, e per la ripresa audio in modalità Ambisonics.
- **Open-space e ufficio** – spazio dotato di diverse postazioni per lo sviluppo software.

ATTREZZATURE

Oltre alle attrezzature sopra elencate, è presente:

- sistema mobile per acquisizioni audio multicanale e audio spaziale composto da batteria di convertitori AD/DA (64 canali full-duplex, 192KHz, 24 bit) con preamplificatori ad alte prestazioni;
- Sistema di 64 microfoni da misura;
- Sistema movimentazione passo-passo controllato da PC, per il posizionamento automatico di schiere di microfoni e altoparlanti (misure di Head-Related Transfer Function, misure di pattern di radianza, rumorosità, assorbimento, ecc.);
- Schiera di altoparlanti per rendering plenacustico/olofonico, con relativi amplificatori multicanali, per misura di HRTF e di campi acustici controllati.

AREA DI RICERCA AFFERENTE

Area di ricerca: Telecomunicazioni

Linea di ricerca: Elaborazione dei segnali per multimedia e telecomunicazioni

SITO WEB

http://www.deib.polimi.it/ricerca/sezioni/laboratori/dettaglio.php?idlang=ita&id_lab=56&id_sezione=4